

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY

As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-239471

(43)Date of publication of application : 12.09.1995

(51)Int.CI. G02F 1/1335

(21)Application number : 06-029302 (71)Applicant : HITACHI LTD

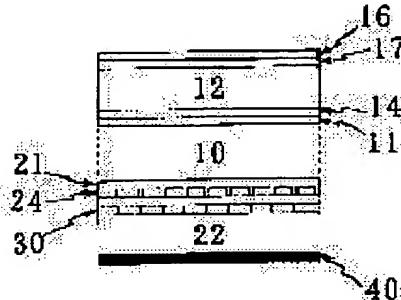
(22)Date of filing : 28.02.1994 (72)Inventor : ITO OSAMU
KONDO KATSUMI
KIKUCHI NAOKI

(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a reflection type color liq. crystal display device improving the colorimetric purity and lightness of a displayed color and giving a light display.

CONSTITUTION: This liq. crystal display device has a cholesteric liq. crystal layer 30 and a light absorbing layer 40 on the lower substrate 22. The liq. crystal layer 30 has been disposed under an electrode 24 when seen from the user side and the light absorbing layer 40 has been disposed under the liq. crystal layer 30. The liq. crystal layer 30 has mutually different plural wavelength regions of characteristic reflection. The regions Ch(n) are from Anm to Bnm [each of (n) and (m) is an integer of 1], In both the cases, Anm is 400nm and Bnm is 1,000nm.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-239471

(43)公開日 平成7年(1995)9月12日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 F 1/1335識別記号
5 2 5

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L (全17頁)

(21)出願番号 特願平6-29302
 (22)出願日 平成6年(1994)2月28日

(71)出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 (72)発明者 伊東 理
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
 (72)発明者 近藤 克己
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
 (72)発明者 菊地 直樹
 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所電子デバイス事業部内
 (74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

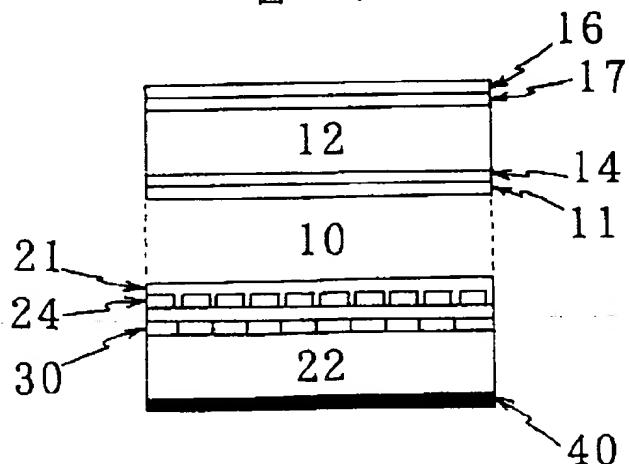
(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【構成】反射型液晶表示装置の下基板22にコレステリック液晶層30と光吸収層40を備え、コレステリック液晶層は使用者側から見て電極24の下側に、光吸収層40はコレステリック液晶層の下側に配置され、コレステリック液晶層は特性反射の波長領域が互いに異なる複数のA_{nm}からB_{nm}(n、mは1、2、3…の整数)である領域をCh(n)とすると、A_{nm}はいずれも400nm以上で、かつ、B_{nm}はいずれも1000nm以下である反射型液晶表示装置。

【効果】表示色の色純度と明るさが改善され、明るい表示の反射型カラー液晶表示装置が得られる。

図 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対向して配置された上下基板と液晶層、前記液晶層に 2 値以上の電圧を印加する駆動部を有する電極を前記基板面に備えており、前記液晶層が前記上下基板によって挟持されている反射型液晶表示装置であつて、

前記下基板にコレステリック液晶層と光吸収層を備え、前記コレステリック液晶層は使用者側から見て前記電極の下側に、前記光吸収層は前記コレステリック液晶層の下側に配置され、前記コレステリック液晶層は特性反射の波長領域が互いに異なる複数の領域を有し、特性反射の波長領域が A_{nm} から B_{nm} (n, m は 1, 2, 3 … の整数) である領域を $Ch(n)$ とすると、 A_{nm} はいずれも 400 nm 以上で、かつ、 B_{nm} はいずれも 1000 nm 以下であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 2】 対向して配置された上下基板と液晶層、前記液晶層に 2 値以上の電圧を印加する駆動部を有する XY 電極を前記基板面に備えており、前記液晶層が前記上下基板によって挟持されている反射型液晶表示装置であつて、

前記下基板にコレステリック液晶層と光吸収層を備え、前記コレステリック液晶層は使用者側から見て前記電極の下側に、前記光吸収層は前記コレステリック液晶層の下側に配置され、前記コレステリック液晶層は特性反射の波長領域が互いに異なる複数の領域を有し、特性反射の波長領域が A_{nm} から B_{nm} (n, m は 1, 2, 3 … の整数) である領域を $Ch(n)$ とすると、 A_{nm} はいずれも 400 nm 以上で、かつ、 B_{nm} はいずれも 1000 nm 以下であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 3】 対向して配置された上下基板と液晶層、前記液晶層に 2 値以上の電圧を印加する駆動部を有する XY 電極を前記基板面に備えており、前記液晶層が前記上下基板によって挟持されている反射型液晶表示装置であつて、

前記下基板にコレステリック液晶層と光吸収層を備え、前記コレステリック液晶層は使用者側から見て前記電極の下側に、前記光吸収層は前記コレステリック液晶層の下側に配置され、前記コレステリック液晶層は $Ch(1)$ 、 $Ch(2)$ 、 $Ch(3)$ を有し、各領域の層平面に垂直に入射した光に対する特性反射の波長領域がそれぞれ $A_{11} \geq 400$ nm、 $B_{11} \leq 550$ nm、 $A_{21} \geq 450$ nm、 $B_{21} \leq 650$ nm、 $A_{31} \geq 550$ nm、 $B_{31} \leq 1000$ nm であることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 4】 対向して配置された上下基板と液晶層、前記液晶層に 2 値以上の電圧を印加する駆動部を有する XY 電極を前記基板面に備えており、前記液晶層が前記上下基板によって挟持されている反射型液晶表示装置であつて、

前記下基板にコレステリック液晶層と光吸収層を備え、前記コレステリック液晶層は使用者側から見て前記電極

の下側に、前記光吸収層は前記コレステリック液晶層の下側に配置され、前記コレステリック液晶層は $Ch(1)$ 、 $Ch(2)$ 、 $Ch(3)$ を有し、各領域の層平面に垂直に入射した光に対する特性反射の波長領域がそれぞれ $A_{11} \geq 400$ nm、 $B_{11} \leq 600$ nm、 $A_{21} \geq 500$ nm、 $B_{21} \leq 1000$ nm、 $A_{31} \geq 400$ nm、 $B_{31} \leq 540$ nm、 $A_{32} \geq 560$ nm、 $B_{32} \leq 1000$ nm であることを特長とする反射型液晶表示装置。

【請求項 5】 前記コレステリック液晶層の特性反射の各波長領域が表示画素に対応して設けられている請求項 1, 2, 3 または 4 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 6】 前記コレステリック液晶層の複屈折が 0.2 以上である請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 7】 前記上基板の外側に、基板側より順に位相板、偏光板が積層されている請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 8】 前記位相板を 2 枚備え、上側基板側から順に位相板 2、位相板 1 とすると、位相板 2 の遅相軸は上基板の配向処理方向と平行であり、位相板 1 の遅相軸は上基板の配向処理方向と 45° をなすように設けられている請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 9】 位相板 2 のリタデーション (厚さ × 複屈折) が 25 ~ 140 nm である請求項 8 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 10】 偏光板の透過軸と上基板の配向処理方向がなす角が 10° ~ 35° である請求項 7 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 11】 位相板 1 のリタデーション (厚さ × 複屈折) が 300 ~ 1000 nm である請求項 10 に記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液晶表示装置、特に XY 電極を用いて低成本で大画面高精細表示、並びに、カラー表示が可能な反射型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は軽量、薄型、低消費電力と云う特長を有し、ワープロ、パソコン、ワークステーション等の表示装置として普及している。その中でも反射型液晶表示装置は、バックライトを必要としないため、消費電力が透過型液晶表示装置に比べて更に低く、バッテリー電源の消費が少なく、外光を利用する屋外でも使用することができる。こうした利点により、反射型液晶表示装置は今後ポータブル型 OA 機器用の表示装置の主流になるものと考えられる。

【0003】 現在販売されている OA 機器用ソフトウェアの大半はカラー表示対応であり、中にはカラー表示でなければ使用しにくいものもある。そこで反射型液晶表

示装置にもカラー化が求められている。しかし、現在実用化されている透過型カラー液晶表示装置のバックライトを反射板に置換えただけでは、次の様な問題が生じる。

【0004】(i) 表示の明るさの不足

(ii) 表示色の色純度の低下

上記は、透過型カラー液晶表示装置に用いられているカラーフィルタの透過スペクトルが、図12の様にガウス関数状のなだらかな分布を示すことに起因する。実際には人間の目の視感度の波長分布を考慮に入れなければならないが、表示の明るさは透過スペクトルの面積に、表示色は透過スペクトルの分布する波長領域の幅にほど対応する。また、透過スペクトルの面積を増大して表示の明るさを増そうとすると、図3中に破線で示す様に、透過スペクトルの分布波長領域は著しく増大し、表示色の色純度は著しく低下する。

【0005】(i)と(ii)はトレードオフの関係にある。これに対して S Mitsui 他は S I D 92 D I G E S T

473頁において、ゲストホストの光散乱表示にカラーフィルタを組み合わせた反射型カラー液晶表示装置を発表している。しかしそのコントラスト比は約3:1と低く、また薄膜トランジスタを用いているためコストが高いと云う問題がある。また、Martin Schadtは Liquid-Cristal Devices and Materials (1991) Vol. 1 455、214~224頁において、可視波長領域に特性反射を示すコレステリック液晶層を用いた反射型液晶表示装置を発表している。しかし、そのカラー化とコントラスト比の増大方法に関しては述べられていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前記の様に、表示が明るく高コントラストの反射型カラー液晶表示装置は実用化されていない。本発明は表示が明るく高コントラストで、かつ、構成が単純な反射型カラー液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明の要旨は次のとおりである。

【0008】(1) 対向して配置された上下基板と液晶層、前記液晶層に2値以上の電圧を印加する駆動部を有する電極（またはXY電極）を前記基板面に備えており、前記液晶層が前記基板によって挟持されている液晶表示装置であって、前記下基板にコレステリック液晶層と光吸収層を備え、前記コレステリック液晶層は使用者側から見て前記電極の下側に、前記光吸収層は前記コレステリック液晶層の下側に配置し、前記コレステリック液晶層は特性反射の波長領域が互いに異なる複数の領域を有し、特性反射の波長領域がA_{nm}からB_{nm}（n、mは1、2、3…の整数）である領域をCh(n)とすると、A_{nm}はいずれも400nm以上で、かつ、B_{nm}はいずれ

も1000nm以下とする。

【0009】(2) 前記コレステリック液晶層は領域Ch(1)、Ch(2)、Ch(3)を有し、各領域の層平面に垂直に入射した光に対する特性反射の波長領域がそれぞれA₁₁≥400nm、B₁₁≤550nm、A₂₁≥450nm、B₂₁≤650nm、A₃₁≥550nm、B₃₁≤1000nmとする。

【0010】(3) 前記コレステリック液晶層は領域Ch(1)、Ch(2)、Ch(3)を有し、各領域の層平面に垂直に入射した光に対する特性反射の波長領域がそれぞれA₁₁≥400nm、B₁₁≤600nm、A₂₁≥500nm、B₂₁≤1000nm、A₃₁≥400nm、B₃₁≤540nm、A₃₂≥560nm、B₃₂≤1000nmとする。

【0011】(4) 前記コレステリック液晶層の各領域を表示画素に対応して設ける。

【0012】(5) 前記コレステリック液晶層の複屈折が0.2以上とする。

【0013】(6) 前記上基板の外側に、基板側より順に位相板、偏光板を積層する。

【0014】(7) 位相板を2枚備え、上側基板側から順に位相板2、位相板1とすると、位相板2の遅相軸を上側基板の配向処理方向と平行にし、位相板1の遅相軸を上側基板の配向処理方向と45°とした請求項1～5のいずれかに記載の液晶表示装置。

【0015】(8) 前記(7)において、位相板2のリタデーション（厚さ×複屈折）を25～140nmとする。

【0016】(9) 前記(6)において、偏光板の透過軸と上側基板の配向処理方向がなす角を10～35°とする。

【0017】(10) 前記(9)において、位相板1のリタデーション（厚さ×複屈折）を300～1000nmとする。

【0018】
【作用】従来の技術で述べた(i)、(ii)の問題点を解決する方法について考察する。カラーフィルタは、光の吸収または散乱を利用して特定の波長領域の光の選択的透過を行っており、この原理を用いる限り(i)と(ii)は回避できない。

【0019】そこで本発明では、コレステリック液晶層の特性反射を利用した。コレステリック液晶層は、液晶分子の平均配向方向を表すダイレクタの方位が右回りもしくは左回りに連続的に変化する層である。コレステリック液晶層はその2つの固有偏光（楕円偏光）の内、自身のねじれ方向と回転方向が等しく、かつ、式〔1〕で表される波長入の領域の光を反射する特性を有し、これを特性反射と呼ぶ。

【0020】

【数1】

$$P n_2 < \lambda < P n_1$$

n_1 、 n_2 はそれぞれ n_{\parallel} （ダイレクタ方向の屈折率）と n_{\perp} （ダイレクタに垂直な方向の屈折率）のうち、値が大きい方と小さい方であり、 P はねじれのピッチを示す。なお、特性反射の波長領域は十分に狭いため、反射光は着色して見える。

【0021】また、式〔1〕から明らかな様に、特性反射の波長領域はねじれのピッチを変えることにより調節が可能である。ねじれのピッチを変え、特性反射の波長領域を従来のカラーフィルタのR、G、Bに相当する波長領域としたコレステリック液晶層を、例えば、ストライプ状に形成することにより液晶表示装置用のカラーフィルタを作ることができる。

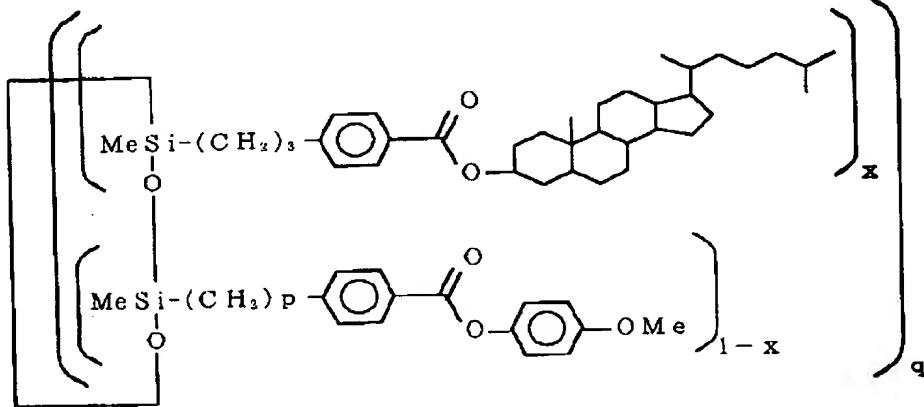
【0022】上記コレステリック液晶層を用いたカラーフィルタは、従来の液晶表示装置用カラーフィルタと比較して、いくつかの利点を持つ。

【0023】図4にコレステリック液晶層の透過スペクトルを示す。波長510nmから590nmにかけて透過率が50%近く低下しており、この波長領域で特性反射を示す。

【0024】この様に、コレステリック液晶層の反射スペクトルは、図12に示した従来の液晶用カラーフィルタの透過スペクトルに比較して、非常に急峻な立上りと立下りを示す。なお、図3にスペクトルの面積がカラーフィルタの透過スペクトルとほど等しいコレステリック液晶層の反射スペクトル（実線）を併記する。

【0025】この様にスペクトルの面積を増して表示の明るさを増しても、スペクトルの分布波長領域の増大は、従来のカラーフィルタと比較して少なく、表示色の色純度はそれほど低下しない。

【0026】コレステリック液晶層は特性反射により光



【0031】（但し、 x は0.2～0.5を示し、 p は3または4、 q は4～6の整数を示す）。

【0032】上記液晶高分子は、コレステリン骨格を含む側鎖と、コレステリン骨格を含まない側鎖とを有し、

〔1〕

を反射するため、これを用いたカラーフィルタは反射板を兼ねる。更に、コレステリック液晶層は特性反射により自然光から偏光を作る光アイソレータでもあり、該カラーフィルタは偏光板も兼ねる。なお、特性反射波長の領域外の透過光と、領域内の回転方向がコレステリック液晶層のねじれ方向とは逆の固有偏光とを吸収するためには、コレステリック液晶層の背後に光吸収体層を設ける。

【0027】図5に本発明の液晶表示装置の断面図を、図6に従来の透過型カラー液晶表示装置のパックライトを反射板に置き換えた場合の断面図を示す。本発明の液晶表示装置では、カラーフィルタ、反射板および偏光板を一体化し、下側電極24の直下に設けたことにより全体の構成を単純化できる。また、コレステリック液晶層30をカラーフィルタとしたことにより、従来の反射型液晶表示装置で問題になっていた暗表示部の影が出なくなる。

【0028】これに対して、従来の反射型液晶表示装置では、反射板50は下側基板22の外側に置かれており、電極24と反射板50の間には下側基板22の厚さ分の距離があった。そのため、斜めから光が入射した場合、反射板50上に暗表示部の影が生じ、暗表面像が2重に見えて視認性を大きく損ねた。

【0029】コレステリック液晶層は、例えば、F. H. KreuzerらがMol. Cryst. Liq. Crist., 1991, Vol. 199, pp. 345～378に発表している様に、環状ポリシロキサン系高分子液晶を用いることができる。分子構造の1例を化1に示す。

【0030】

【化1】

同文献中の23図に示されている様に、上記側鎖の含有比率を変えることによりねじれのピッチを変え、特性反射の波長領域を可視波長領域から近赤外領域にわたって任意に設定できる。これによりR、G、Bの3色に対応

する波長領域に特性反射を示すコレステリック液晶を得る。

【0033】さらにこれらを印刷等の手段を用いて、例えば、ストライプ状に基板面に形成してCh(1)、Ch(2)、Ch(3)の分布を形成することによりカラーフィルタが得られる。

【0034】ねじれの軸は、例えばT. J. BunningらがLIQUID CRYSTALS, 1991, Vol. 10, No. 4, pp. 445~456に発表している様に、シェアストレスを加えた方向の垂直方向を向く。従って、基板上にストライプ状に形成したコレステリック液晶層に、基板面に平行にシェアストレスを加えねじれの軸を基板面に対し垂直な方向に向けることができる。

【0035】この他にも、コレステリック液晶には分子内に芳香族基と不斉構造部を有する高分子、例えばポリエステル系高分子やポリアミド系高分子などが適している。

【0036】また、光吸収体には黒色の染料、顔料、これらを混合した樹脂等であってもよい。あるいは、透過型カラー液晶表示装置のブラックマトリクスに用いられているクロム等の金属膜でもよい。

【0037】以上による作用効果を前記(1)~(10)の各手段と対応させて記載すると以下の様になる。

【0038】作用効果1：下側基板の内側にコレステリック液晶層と光吸収体層を備えることにより前記(i)~(ii)の問題を解決し、暗表示部の影も解消される。

【0039】作用効果2：コレステリック液晶層内のCh(1)、Ch(2)、Ch(3)に、層平面に垂直に入射した光に対し、それぞれ400~550nm、450~650nm、550~1000nmの波長領域内に特性反射を示すものを用いることにより、特性反射の波長領域をR、G、Bの表示色に相当する波長領域にすることができる。これにより、光アイソレータ兼反射板に加え、上記のカラーフィルタとして使用できる。

【0040】作用効果3：またコレステリック液晶層のCh(1)、Ch(2)、Ch(3)に、層平面に垂直に入射した光に対して、それぞれ400~600nm、500~1000nm、400~540nmと560~1000nmの波長領域内に特性反射を示すものを用いることにより、特性反射の波長領域をシアン、イエロー、マゼンダの表示色に相当する波長領域にすることができ、光アイソレータ兼反射板に加え、上記のカラーフィルタとして使用できる。

【0041】作用効果4：コレステリック液晶層内の各

$$S_1 = (E_x^2 - E_y^2) / (E_x^2 + E_y^2) \quad [2]$$

$$S_2 = 2 E_x E_y \cos \delta / (E_x^2 + E_y^2) \quad [3]$$

$$S_3 = 2 E_x E_y \sin \delta / (E_x^2 + E_y^2) \quad [4]$$

また、S₁、S₂、S₃の2乗和は1であるため、任意の偏光状態はS₁、S₂、S₃を3軸とする空間の半径1の

領域の分布を表示画素と対応させることにより、表示色の駆動回路による制御が容易になる。

【0042】作用効果5：コレステリック液晶層として複屈折が0.2以上の光学異方性体を用いることにより、特性反射の波長領域が広がる。

【0043】蛍光灯下での使用を想定すると、蛍光灯の発光スペクトルは輝線の集合であり、各輝線の分布波長幅は約50nmである。前記式〔1〕において、例えば、n₁=1.71、n₂=1.51（複屈折0.2）、P=300nmとすると、特性反射波長領域は453~513nmとなり60nmの幅となる。

【0044】また、n₁=1.73、n₂=1.51（複屈折0.22）、P=320nmとすると、特性反射波長領域は483~554nmとなり、71nmの幅となる。

【0045】従って、コレステリック液晶層の複屈折が0.2以上であれば蛍光灯下での使用が可能になる。

【0046】以上により表示が明るく、かつ、表示色の色純度の高い反射型カラー液晶表示装置が得られる。

【0047】駆動用液晶層を透過した光は、一般に偏光分散を付与されるため、コントラスト比を上げるにはSTN-LCDと同様に、位相板を用いて透過光の偏光分散を補償しなければならない。位相板の設定条件の導出方法を以下に述べる。

【0048】コレステリック液晶層における暗表示時の反射率を低減するためには、暗表示時においてコレステリック液晶層30に入射する光の偏光状態を、コレステリック液晶層のねじれ方向と回転方向の異なる楕円偏光にすればよい。この時、コレステリック液晶層に入射した光は全てこれを透過し、その後方に設けた光吸収体層40に吸収される。また、コレステリック液晶層の固有偏光は楕円率が1に近い（円偏光に近い）楕円偏光であるため、ねじれ方向と回転方向の異なる円偏光を入射した場合も暗表示時の反射率を十分低減できる。

【0049】従って、これ以降、暗表示時にコレステリック液晶層に入射する光をそのねじれ方向と回転方向の異なる円偏光にする方法について考察することにする。

【0050】まず初めに、偏光状態を記述するため規格化ストークスパラメータ(S₁、S₂、S₃)を導入する。

【0051】S₁、S₂、S₃は任意のX軸方向の電場ベクトルの成分E_x、Y軸方向の電場ベクトルの成分E_y、E_xとE_yの位相差δを用いて次式〔2〕~〔4〕で定義される。

【0051】

【数2】

球（ボアンカレ球と云う）上の座標点として表すことができる。

【0052】この規格化ストークスパラメータとポアンカレ球表示を用いて、駆動用液晶層による入射光の偏光状態の変換の規則性について述べる。

【0053】STN-LCDの駆動用液晶層はカイラルネマチック層であり、ダイレクタ（液晶分子の配向方向の平均）が、ある軸に対してその方位を連続的に変えるねじれ構造を有する。ねじれの軸方向に対して平行に光が入射した場合の固有偏光は、回転方向が互いに異なる2つの楕円偏光である。その楕円の主軸はダイレクタに対して一方は平行であり、他方は垂直である。

【0054】カイラルネマチック層の2つの固有偏光は、ポアンカレ球上の対心点にはめ位置し、カイラルネマチック層に入射した光の偏光状態の変換は、ポアンカレ球上の2つの固有偏光を結ぶ直線のまわりの回転として近似的に表される。カイラルネマチック層のダイレク

$$\Theta = \arccos(a_0 a_1 + b_0 b_1 + c_0 c_1)$$

電子情報通信学会論文誌C-II Vol. J75-C-I
I, No. 3 pp. 149~157に記載されている
方法を用いて、種々の駆動用液晶層について Θ とその波

表 1

(ツイスト角240°、 $\Delta n d=0.78$)

Θ	波長 (nm)				
	450	500	550	600	650
356°	302°	270°	243°	222°	
p	0.270	0.363	0.335	0.304	0.269
q	-0.468	-0.629	-0.580	-0.528	-0.466
r	0.841	0.687	0.742	0.793	0.843
s	0.013	0.416	0.333	0.115	-0.080
t	0.007	0.513	0.763	0.882	0.864
u	-0.999	-0.751	-0.553	-0.458	-0.496

【0058】

【表2】

表 2

(ツイスト角240°、 $\Delta n d=0.93$)

Θ	波長 (nm)				
	450	500	550	600	650
447°	363°	320°	284°	257°	
p	0.411	0.384	0.357	0.323	0.293
q	-0.711	-0.665	-0.618	-0.560	-0.508
r	0.571	0.640	0.701	0.763	0.810
s	-0.932	-0.030	0.339	0.356	0.201
t	-0.026	-0.020	0.331	0.641	0.792
u	-0.361	-0.999	-0.868	-0.680	-0.576

【0059】

【表3】

表 3
(ツイスト角240°、 $\Delta n d=1.05$)

Θ	波長 (nm)				
	450	500	550	600	650
510°	408°	354°	312°	281°	
p	0.437	0.392	0.332	0.327	0.300
q	-0.758	-0.678	-0.574	-0.566	-0.520
r	0.484	0.621	0.748	0.757	0.800
s	-0.772	-0.586	0.056	0.340	0.315
t	0.468	-0.152	0.035	0.387	0.632
u	0.430	-0.796	-0.998	-0.857	-0.708

【表4】

表 4
(ツイスト角260°、 $\Delta n d=0.81$)

Θ	波長 (nm)				
	450	500	550	600	650
455°	427°	347°	315°	291°	
p	0.124	0.128	0.103	0.104	0.100
q	-0.703	-0.726	-0.583	-0.590	-0.567
r	0.700	0.676	0.806	0.800	0.817
s	-0.794	-0.722	0.131	0.394	0.477
t	0.413	0.182	0.036	0.213	0.389
u	-0.444	-0.667	-0.991	-0.894	-0.788

【0061】

【表5】

	表 5 (ツイスト角 90°、△nd=0.81)				
	波 長 (n m)				
	450	500	550	600	650
θ	331°	219°	167°	115°	72°
p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
q	-0.935	-0.952	-0.858	-0.900	-0.899
r	-0.354	-0.305	-0.513	-0.435	-0.438
s	0.450	0.595	-0.190	-0.817	-0.857
t	-0.041	-0.517	-0.870	-0.556	-0.274
u	-0.892	0.615	0.455	0.151	-0.436

$$p = \cos \psi_0 I \cos \theta_0 I$$

$$q = \cos \psi_0 I \sin \theta_0 I$$

$$r = \sin \psi_0 I$$

ここで、 $\theta_0 I$ は出射側におけるカイラルネマチック層表面の配向処理方向の方位角 $\theta_0 I'$ の2倍の値である。

また、 $\psi_0 I$ は先程の(a_0 、 b_0 、 c_0)、(a_1 、 b_1 、

$$\psi_{01} = \arctan [(a_0 - a_1) \cos \theta_{01} + (b_0 - b_1) \sin \theta_{01}] / (c_1 - c_0)]$$

[6]

[7]

[8]

c_1)と $\theta_0 I$ より次式[9]により得られる。

【0064】

【数5】

種々の駆動用液晶層について、(p、q、r)とその波長依存性を求めた結果を表1～表5に併記する。また、一例として表2のツイスト角240°、△nd=0.93μmの駆動用液晶層について求めた(p、q、r)をポアンカレ球上にプロットすると図9の様になる。この様に各波長の固有偏光はポアンカレ球上のごく狭い領域に分布している。

【0065】上記のθと(p、q、r)を用いて位相板の設定条件を導出する。駆動用液晶層とコレステリック液晶層のねじれ方向は、いずれも反時計回りと仮定す

る。この場合、コレステリック液晶層を透過する固有偏

[0066]

【数6】

[10]

なお、 $R_1(\theta)$ 、 $R_2(\psi)$ 、 $R_3(\theta)$ は、式[11]、[12]、[13]で示される。

【0067】

【数7】

$$R_1(\theta) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \quad [11]$$

$$R_2(\psi) = \begin{pmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi \end{pmatrix} \quad [12]$$

$$R_3(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad [13]$$

【0068】前記式[10]において、 $E'=(0, 0, -1)$ であるため、これより(s、t、u)が次式[14]～[16]の様に求められる。

【0069】

【数8】

13

$$\begin{aligned}s &= (1 - \cos\theta)r p - q \sin\theta \\t &= (1 - \cos\theta)r q + p \sin\theta \\u &= r^2 + (1 - r^2)\cos\theta\end{aligned}$$

種々の駆動用液晶層について (s 、 t 、 u) とその波長依存性を求めた結果を表 1 ~ 表 5 に併記する。

【0070】また、一例としてツイスト角 240° 、 $\Delta n d = 0.93 \mu m$ の駆動用液晶層について求めた (s 、 t 、 u) を、ボアンカレ球上にプロットすると図 10 の様になる。図 10 から分かる様に、各波長の (s 、 t 、 u) はボアンカレ球上に円弧状(図中破線で示す)に分布する。これは、図 9 に示した様に各波長の固有偏光がボアンカレ球上のごく狭い領域に分布しており、各波長の透過光の回転の中心がほど一定であることによる。

【0071】次に、この様な波長分散を与える位相板の

$$\begin{aligned}\theta_1 &= \theta_{01} \\ \theta_2 &= \theta_{01} + 90^\circ \\ \theta_p &= \theta_{01} \pm \psi_{01}\end{aligned}$$

θ_1 、 θ_2 、 θ_p を式 [17] ~ [19] の様に設定する理由を図 10、図 11 で説明する。

【0074】 $\theta_p = \theta_{01} \pm \psi_{01}$ 、 $\theta_1 = \theta_{01}$ とし、偏光板と位相板 1 を透過した各波長の光 R、G、B をボアンカレ球上における方位角が θ_{01} で、かつ、ボアンカレ球の赤道を通る直線 A を中心とした円上に分布させる(図 10 (a))。図は S_3 軸方向から見たボアンカレ球であるため、R、G、B は点 BE と BE' (方位角が $\theta_p = \theta_{01} \pm \psi_{01}$ で赤道面内に含まれる直線 B、直線 B' とボアンカレ球の赤道との交点) を通り、直線 A に垂直な直線上に分布している。この時、直線 A の周りの回転角が θ となる様に位相板 1 の $\Delta n d_1$ (厚さ × 複屈折) を設定する(図 10 (b))。図は直線 A の方向から見たボアンカレ球表面であり、円は点 BE または BE' から位相板 1 に入射した直線偏光が位相板 1 の光学異方性によりボアンカレ球上を移動する経路である。また、図 10

$$\Delta n d_1 = (360^\circ n - \theta + 540^\circ \pm 90^\circ) \lambda / 360^\circ \cdots [20]$$

ただし、式 [20] 中で入射光が点 BE の場合 90° の符号は + であり、入射光が点 BE' の場合 - である。

【0077】表 1 ~ 5 の駆動用液晶層について、 $\Delta n d_1$ とその波長依存性を求めた結果を表 6 ~ 10 に示す。

14

[14]

[15]

[16]

設定条件を求める。位相板による偏光状態の変換はボアンカレ球の赤道上に位置する 1 対の対心点の周りの回転として表されるが、これを利用すれば以下に述べる様に 2 枚の位相板を用いて図 10 に近い偏光状態の波長分散を作ることができる。

【0072】2 枚の位相板の内、駆動用液晶層に近接する方を位相板 2、もう一方を位相板 1 とし、 θ_1 、 θ_2 、 θ_p をそれぞれボアンカレ球上における位相板 1 の遅相軸、位相板 2 の遅相軸、偏光板の透過軸の方位角とする。 θ_1 、 θ_2 、 θ_p を次式の様に設定する。

【0073】

【数 9】

[17]

[18]

[19]

20 (b) 中の (s 、 t 、 u)' と (0、0、-1)' は、それぞれ位相板 2 透過後に (s 、 t 、 u)、(0、0、-1) に移動する点である。

【0075】図 10 (b) より、入射光が点 BE から位相板 1 に入射する場合、直線 A の周りの回転角が $630^\circ - \theta$ であれば (s 、 t 、 u)' に到達する。また、直線 A の周りを n 周余計に回ってから (s 、 t 、 u)' に到達してもよい。この時の回転角は $360n^\circ + 630^\circ - \theta$ である。入射光が点 BE' から位相板 1 に入射する場合、同様にして回転角は $360n^\circ + 450^\circ - \theta$ である。以上より、位相板 1 の波長入における $\Delta n d_1$

30 (λ) は、透過光の波長を入とすると次式 [20] の様に定めればよい。

【0076】

【数 10】

$$\Delta n d_1 = (360^\circ n - \theta + 540^\circ \pm 90^\circ) \lambda / 360^\circ \cdots [20]$$

なお、表 6 ~ 10 に括弧付で示した数字は波長 $550 nm$ で規格化した $\Delta n d_1$ の値である。

【0078】

【表 6】

表 6

(ツイスト角 240° 、 $\Delta n d = 0.78$)

		$\Delta n d_1 (nm)$			
(26) 式中の複号	+	+	-	-	
(26) 式中の n	0	1	0	1	
波長 (nm)	450	558(1.01)	1008(0.92)	333(1.21)	783(0.95)
	500	544(0.99)	1044(0.95)	294(1.07)	794(0.96)
	550	550(1.00)	1100(1.00)	275(1.00)	825(1.00)
	600	555(1.01)	1155(1.05)	255(0.93)	855(1.04)
	650	563(1.02)	1213(1.10)	238(0.87)	888(1.08)

【0079】

【表 7】

表 7

(ツイスト角240°、 $\Delta n_{d_1} = 0.93$)

		Δn_{d_1} (nm)			
(26)式中の複号		+	+	-	-
(26)式中のn	0	1	0	1	
波長(nm)	450	671(1.07)	1121(0.95)	446(1.27)	896(0.99)
	500	629(1.00)	1129(0.96)	379(1.08)	879(0.98)
	550	626(1.00)	1176(1.00)	351(1.00)	901(1.00)
	600	623(1.00)	1223(1.04)	323(0.92)	923(1.02)
	650	623(1.00)	1276(1.09)	301(0.86)	951(1.06)

【0080】

表 8

(ツイスト角240°、 $\Delta n_{d_1} = 1.05$)

		Δn_{d_1} (nm)			
(26)式中の複号		+	+	-	-
(26)式中のn	0	1	0	1	
波長(nm)	450	750(1.11)	1200(0.98)	525(1.30)	975(1.02)
	500	692(1.02)	1192(0.97)	442(1.10)	942(0.99)
	550	678(1.00)	1228(1.00)	403(1.00)	953(1.00)
	600	670(0.99)	1270(1.03)	370(0.92)	970(1.02)
	650	670(0.99)	1320(1.07)	345(0.85)	995(1.04)

【0081】

表 9

(ツイスト角260°、 $\Delta n_{d_1} = 0.81$)

		Δn_{d_1} (nm)			
(26)式中の複号		+	+	-	-
(26)式中のn	0	1	0	1	
波長(nm)	450	671(1.07)	1121(0.95)	446(1.27)	896(0.99)
	500	625(1.00)	1129(0.96)	379(1.08)	879(0.98)
	550	626(1.00)	1176(1.00)	351(1.00)	901(1.00)
	600	623(1.00)	1223(1.04)	323(0.92)	923(1.02)
	650	627(1.00)	1276(1.09)	302(0.86)	951(1.06)

【0082】

表 10

(ツイスト角 90°、 $\Delta n_{d_1} = 0.81$)

		Δn_{d_1} (nm)			
(26)式中の複号		+	+	-	-
(26)式中のn	0	1	1	2	
波長(nm)	450	526(1.04)	976(1.04)	751(1.12)	1201(0.99)
	500	429(1.09)	929(0.99)	679(1.02)	1179(0.97)
	550	392(1.00)	942(1.00)	668(1.00)	1217(1.00)
	600	342(0.87)	941(1.00)	641(0.96)	1241(1.02)
	650	293(0.75)	942(1.00)	617(0.92)	1267(1.04)

【0083】次に、 $\theta_2 = \theta_{0I} + 90^\circ$ とし、位相板 1 を透過した各波長の光 R、G、B を固有偏光が位置するポアンカレ球の南半球 (S_3 の符号が負である領域) に移動させる〔図 11 (a)〕。

【0084】この時、R、G、B は S_3 軸方向から見たポアンカレ球で、方位角が $\theta_{0I} + 90^\circ$ である直線 C に對して垂直な方向 (即ち、直線 A に平行な方向) に移動する。図 10 に一例を示した各波長の (s、t、u)

$$\Delta n_{d_2} = \psi_{0I} \lambda / 360^\circ$$

式 [21] 中の ψ_{0I} には波長依存性があるため、全ての可視波長領域で式 [21] を満足する様に Δn_{d_2} を定めることはできない。そこで、視感度が最大になる波長 550 nmにおいて式を満足する様に Δn_{d_2} を定めれ

は、仰角が ψ_{0I} である固有偏光の周りに分布しているので、直線 C の周りの回転角を ψ_{0I} とすることにより、位

40 相板 2 を透過した各波長の光を (s、t、u) の分布に近づけることができる〔図 11 (b)〕。

【0085】位相板 2 のリターデーション Δn_{d_2} は次式 [21] の様に定めればよい。

【0086】

【数 11】

(21)

ばよい。

【0087】表 1～5 の駆動用液晶層について、波長 550 nm の透過光の ψ_{0I} を式 [21] に代入して求めた 50 Δn_{d_2} を表 11 に示す。

【0088】

【表11】

表 11

駆動用液晶層の特性		ψ_{01}	Δnd_2 (nm)
ツイスト角	Δnd (μm)		
240°	0.78	47.9°	75
240°	0.93	44.5°	68
240°	1.05	48.5°	74
260°	0.81	53.7°	82
90°	0.81	-30.9°	47

【0089】 ψ_{01} はその定義から0～90°以下の値を取るが、STN-LCDやTN-LCDに用いられているツイステッドネマチック液晶層の場合には、 ψ_{01} は20°～70°以下の範囲にある。可視波長領域を400nm～700nmとして、式〔21〕から Δnd_2 の範囲を求めるとき、25～140nmとなる。

【0090】偏光板の透過軸方位角も ψ_{01} によって決まる。式〔21〕より、偏光板の透過軸はS₃軸方向から見たボアンカレ球上において、上側基板の配向処理方向に対して20～70°の範囲の角度をなせばよい。実空間における角度はボアンカレ球上の角度の1/2であるため、偏光板の透過軸と上側基板の配向処理方向がなす角度は10～35°とすればよい。

【0091】作用効果6：上側基板の外側に、基板側より順に位相板、偏光板を積層することにより、暗表示時の透過率が低減し、コントラスト比が増大する。また、R、G、B各画素あるいはシアン、イエロー、マゼンダの各画素が暗表示となる電圧も一定になる。

$$\begin{aligned}s &= (1 - \cos\Theta) r p + q \sin\Theta \\t &= (1 - \cos\Theta) r q - p \sin\Theta \\u &= r^2 + (1 - r^2) \cos\Theta\end{aligned}$$

また、位相板としては、現在、ポリビニルアルコール、ポリカーボネート等が用いられているが、この他にポリエーテルスルホン、セルロース、アクリル系高分子膜等を用いてもよい。

【0098】カラー表示には赤、青、緑の3色を用いるものと、イエロー、シアン、マゼンダの3色を用いるものがある。前者は色純度と表示色の鮮明さで後者に勝り、後者は表示の明るさで前者に勝る。反射型表示装置では表示の明るさが重要であるので、イエロー、シアン、マゼンダを用いたカラー表示も有効である。これを実現するためには、例えば、マゼンダに対応するカラーフィルタは赤と青の波長領域に特性反射を示すコレステリック液晶が必要になる。

【0099】現在、コレステリック液晶で、単層で2つの波長領域に特性反射を示すものはまだ見出されていない。従って、赤と青の波長領域にそれぞれ特性反射を示すコレステリック液晶層を2層重ねて用いれば、マゼンダに対応する表示色を得ることができる。

【0100】また、同様に、単層で100nm以上の波

【0092】作用効果7：2枚の位相板を用い、位相板2の遅相軸を上基板の配向処理方向に対して平行に、位相板1の遅相軸が上基板の配向処理方向に対して45°となる様に置くことにより、各波長の光は暗表示時にコレステリック液晶層を透過して光吸収体層により吸収され、暗表示時の透過率が低減し、コントラスト比が増大する。

【0093】作用効果8：位相板2のリタデーションを25～140nmとすることにより、各波長の光は暗表示時にコレステリック液晶層を透過して光吸収体層により吸収され、暗表示時の透過率が低減し、コントラスト比が増大する。

【0094】作用効果9：偏光板の透過軸と上基板の配向処理方向がなす角を10～35°とすることにより、各波長の光は暗表示時にコレステリック液晶層を透過して光吸収体層により吸収され、暗表示時の透過率が低減し、コントラスト比が増大する。

【0095】作用効果10：位相板1のリタデーションを300～1000nmとすることにより、各波長の光は暗表示時にコレステリック液晶層を透過して光吸収体層により吸収され、暗表示時の透過率が低減し、コントラスト比が増大する。

【0096】上記においては、コレステリック液晶層のねじれ方向を反時計回りとしたが、時計回りであってもかまわない。その場合は、E'=(0, 0, 1)となり、(s, t, u)は次式〔22〕～〔24〕で求められる。

【0097】

【数12】

〔22〕

〔23〕

〔24〕

長領域に特性反射を示すものは見出されていない。従って、赤、青、緑の3色を用いてカラー表示を行なう場合、特性反射の波長領域が異なるコレステリック液晶層を複数重ねて用いれば、表示の明るさを増大することができる。なお、高複屈折のコレステリック液晶層を用いることにより積層数を低減できる。

【0101】前記の位相板、偏光板の設定法は、カラーフィルタとしてコレステリック液晶層を用いた場合に限らず、可視波長領域に特性反射を示し、反射板兼偏光板となるコレステリック液晶層を用いる場合にも有効である。

【0102】また、本発明はXY電極を用いた液晶表示装置だけではなく、例えばTFT方式、MIM方式を駆動手段に用いた液晶表示装置にも用いることができ、各種OA機器、電気機器、音響機器、電話器、ファクシミリ、カメラ、時計等の表示パネルや操作パネルの表示装置として有効である。

【0103】

【実施例】本発明の液晶表示装置を実施例により説明す

る。

【0104】〔実施例1〕図1に本発明の液晶表示装置の構成を示す。上下の基板12, 22はXY電極14, 24と配向膜11, 21を備え、液晶層10を挟持している。下基板22はコレステリック液晶層30を備えている。XY電極14, 24は、駆動回路15, 25にそれぞれ接続されている。下基板の下方には光吸収体層40がある。

【0105】上下基板12, 22はガラス製で、XY電極14, 24はITOからなる。また、配向膜11, 21はポリイミド系高分子からなり、ラビング法で配向処理されている。配向処理条件は、切り込み量0.4mm、回転数1000rpm、送り速度33m/sとし、これによりチルト角を4°とし、上下基板のツイスト角は240°とした。

【0106】駆動用の液晶層10は、ネマチック液晶(ロディック社製のHR9032、△nは0.125)とカイラル剤(メルク社製のS811、含有量は0.9重量%)とからなり、層厚は6.2μmである。

【0107】コレステリック液晶層30は環状ポリシリコサン高分子からなり、その分子構造は前記化1に示す。環状ポリシリコサン高分子はMol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 199, pp. 345~378に記載されている条件で合成した。

【0108】コレステリン骨格を含む側鎖の含有率を(a)47%、(b)37%、(c)32%、(d)28%、(e)26%、(f)24%、(g)22%、(h)18%、(i)16%、(j)14%とし、特性反射の波長領域がそれぞれ(a)400nm~470nm、(b)420nm~500nm、(c)440nm~530nm、(d)460nm~550nm、(e)490nm~580nm、(f)510nm~600nm、(g)530nm~620nm、(h)550nm~650nm、(i)570nm~680nm、(j)600nm~710nmであるコレステリック液晶を用いた。コレステリック液晶層30内には、特性反射波長領域が互いに異なる領域Ch(1)、Ch(2)をストライプ状に分布、形成させた。Ch(1)には(a)と(c)と(f)の積層体、Ch(2)には(i)と(j)の積層体を用いた。

【0109】まず初めに(a)と(i)のコレステリック液晶を液晶状態を取るよう加熱した状態にて、印刷法を用いて基板上にストライプ状に塗布した。この時各コレステリック液晶は図2(a)の様に互いに接しておらず、基板上に山状に盛り上がっている。次いでローラを用いて基板平面方向にシェアストレスを加え、図2(b)の様に各コレステリック液晶を平坦にし、互いに隣接するものが接する様にした。さらに、図2(c)の様に(a)と(i)の上にそれぞれ(c)と(j)を塗布し、同様にして平坦化した。なお、(c)の上には

(f)を塗布し、平坦化した。この時図2(d)の様に段差が生じるため、その上に平坦化層を塗布し、図2(e)の様に段差を無くし、ストライプ状に形成した。

【0110】上記コレステリック液晶層は、ねじれの軸を基板面に対し垂直にした。ストライプ方向と平行で、1つのストライプに1本の電極が対応する様にXY電極を形成した。以上の様にして波長400nm~600nm、570nm~710nmに特性反射を示す、シアン、Rの2色に対応するカラーフィルタを作成した。該フィルタを用い、反射型カラー液晶表示装置を作製することができた。

【0111】〔実施例2〕実施例1の液晶表示装置において、コレステリック液晶層内に特性反射波長領域が互いに異なる領域Ch(1)、Ch(2)、Ch(3)をストライプ状に分布、形成した。

【0112】Ch(1)は、(i)と(j)の積層体、Ch(2)は(f)、Ch(3)は(a)と(c)の積層体とそれそれ形成し、波長570nm~710nm、510nm~600nm、400nm~530nmに特性反射を示す、R、G、B3色に対応するカラーフィルタを作成した。該フィルタを用い、反射型フルカラー液晶表示装置を作製することができた。

【0113】〔実施例3〕実施例2の液晶表示装置において、Ch(1)を(a)、(c)、(f)の積層体、Ch(2)を(f)、(j)の積層体、Ch(3)を(a)、(b)、(i)の積層体を用い、波長400nm~600nm、510nm~710nm、400nm~530nmと570nm~680nmに特性反射を示す、シアン、イエロー、マゼンダからなるカラーフィルタを作成した。該フィルタを用い、反射型フルカラー液晶表示装置を作製することができた。

【0114】〔実施例4〕実施例2の液晶表示装置に、位相板1と位相板2を加えた。

【0115】表11より、位相板2の波長550nmにおけるリタデーションを75nmとした。また、表6の中では式[20]中の複号を-、nを0とした場合の△nd₁の波長依存性がポリカーボネートのそれに近い。そこで位相板1にはポリカーボネートを用い、波長550nmにおけるリタデーションを275nmとした。

【0116】また、位相板1の遅相軸角度は上基板12の配向処理方向に平行にし、位相板1の遅相軸角度は上基板12の配向処理方向と45°をなす様に設定した。また、偏光板の透過軸角度は表11より上基板の配向処理方向と約48°をなす様に設定した。

【0117】この液晶表示装置の反射率の駆動電圧依存性を測定したところ、R、G、Bのいずれの表示色も2.1V付近で反射率が極小となり、明表示の反射率はRが14%、Gが10%、Bが14%であった。コントラスト比は1/240デューティ駆動においてRが7:1、Gが8:1、Bが5:1であった。

【0118】以上の様に位相板1と位相板2を加えることにより、いずれの表示色もほど同じ印加電圧値において反射率が極小となり、カラー表示に加えて暗表示が可能になった。

【0119】〔実施例5〕実施例3の液晶表示装置に、位相板1と位相板2を加えた。位相板1にはポリカーボネートを用い、波長550nmにおけるリタデーションを275nmとした。また、位相板1の遅相軸角度は上基板の配向処理方向に平行にし、位相板1の遅相軸角度は上基板の配向処理方向と45°をなす様に設定した。また、偏光板の透過軸角度は表11より上基板の配向処理方向と約48°をなす様に設定した。

【0120】この液晶表示装置の反射率の駆動電圧依存性を測定したところ、シアン、イエロー、マゼンダのいずれも2.1V付近で反射率が極小となり、明表示の反射率はシアンが14%、イエローが10%、マゼンダが14%であった。コントラスト比は1/240デューティ駆動においてシアンが6:1、イエローが7:1、マゼンダが5:1であった。

【0121】以上の様に位相板1と位相板2を加えることによりいずれの表示色もほど同じ印加電圧値において反射率が極小となり、カラー表示に加えて暗表示が可能になった。

【0122】〔実施例6〕実施例4の液晶表示装置において、液晶材料として Δn が0.15であるメルク社製のMJ89122を用いた。表11より、位相板2の波長550nmにおけるリタデーションを68nmとした。また、表7の中では式〔20〕中の複号を-、nを0とした場合の $\Delta n d_1$ の波長依存性がポリカーボネートのそれに近い。そこで、位相板1にはポリカーボネートを用い、波長550nmにおけるリタデーションを351nmとした。

【0123】また、位相板1の遅相軸角度は上基板の配向処理方向に平行にし、位相板2の遅相軸角度は上基板の配向処理方向と45°をなす様に設定した。また、偏光板の透過軸角度は表11より上基板の配向処理方向と約45°をなす様に設定した。

【0124】R、G、Bのいずれの表示領域も2.1V付近で反射率が極小となり、コントラスト比は1/240デューティ駆動においてRが8:1、Gが9:1、Bが6:1であった。

【0125】以上の様に位相板1と位相板2を加えることにより、いずれの表示色もほど同じ印加電圧値において反射率が極小となり、カラー表示に加えて暗表示が可能になった。

【0126】〔実施例7〕実施例4の液晶表示装置において、液晶材料に Δn が0.17であるロディック社製HR0008を用いた。

【0127】表11より、位相板2の波長550nmにおけるリタデーションを68nmとした。また、表8の

中では式〔20〕中の複号を+、nを0とした場合の $\Delta n d_1$ の波長依存性がポリビニルアルコールのそれに近い。そこで位相板1にはポリビニルアルコールを用い、波長550nmにおけるリタデーションを678nmとした。また、位相板1の遅相軸角度は上基板の配向処理方向に平行にし、位相板2の遅相軸角度は上基板の配向処理方向と45°をなす様に設定した。また、偏光板の透過軸角度は表11より上基板の配向処理方向と約49°をなす様に設定した。

10 【0128】R、G、Bのいずれの表示領域も2.2V付近で反射率が極小となり、コントラスト比は1/240デューティ駆動においてRが8:1、Gが10:1、Bが10:1であった。

【0129】以上の様に位相板1と位相板2を加えることによりいずれの表示色もほど同じ印加電圧値において反射率が極小となり、カラー表示に加えて暗表示が可能になった。

20 【0130】〔実施例8〕実施例4の液晶表示装置において、液晶材料に Δn が0.13であるロディック社製HR0001を用いた。ツイスト角を260°とし、カイラル剤を1.0重量%含有させた。

【0131】表11より、位相板2の波長550nmにおけるリタデーションを82nmとした。また、表9の中では式〔20〕中の複号を+、nを0とした場合の $\Delta n d_1$ の波長依存性がポリビニルアルコールのそれに近い。そこで位相板1にはポリビニルアルコールを用い、波長550nmにおけるリタデーションを626nmとした。また、位相板2の遅相軸角度は上基板の配向処理方向に平行にし、位相板1の遅相軸角度は上基板の配向処理方向と45°をなす様に設定した。また、偏光板の透過軸角度は表11より上基板の配向処理方向と約54°をなす様に設定した。

30 【0132】R、G、Bのいずれの表示領域も2.1V付近で反射率が極小となり、コントラスト比は1/240デューティ駆動においてRが10:1、Gが13:1、Bが12:1であった。

【0133】以上の様に位相板1と位相板2を加えることによりいずれの表示色もほど同じ印加電圧値において反射率が極小となり、カラー表示に加えて暗表示が可能40 になれた。なお、本実施例の液晶表示装置を携帯型情報端末機の搭載例を図7に示す。

【0134】〔実施例9〕実施例4の液晶表示装置において、液晶材料に Δn が0.13であるロディック社製HR0001を用いた。ツイスト角を90°とし、カイラル剤を0.4重量%含有させた。また、実施例1のXY電極14、24の代わりに薄膜トランジスタ(TFT)を備えた基板を用い、駆動回路15、25もTFT駆動用とした。

【0135】表11より、位相板2の波長550nmにおけるリタデーションを47nmとした。また、表10

の中では式〔20〕中の複号を-、nを1とした場合の $\Delta n d_1$ の波長依存性がポリカーボネートのそれに近い。そこで位相板1にはポリカーボネートを用い、波長550nmにおけるリタデーションを668nmとした。また、位相板1の遅相軸角度は上基板の配向処理方向に平行にし、位相板2の遅相軸角度は上基板の配向処理方向と45°をなす様に設定した。また、偏光板の透過軸角度は表11より上基板の配向処理方向と約31°をなす様に設定した。

【0136】R、G、Bのいずれの表示領域も2.1V付近で反射率が極小となり、コントラスト比はRが20:1、Gが32:1、Bが22:1であった。以上の様に、TFT方式においても反射型カラー表示が可能である。

【0137】〔実施例10〕実施例5の液晶表示装置において、液晶材料に Δn が0.13であるロディック社製HR0001を用いた。ツイスト角を90°とし、カイラル剤を0.4重量%含有させた。また、実施例1のXY電極の代わりにTFTを備えた基板を用い、駆動回路もTFT駆動用とした。

【0138】表11より、位相板2の波長550nmにおけるリタデーションを47nmとした。また、表10の中では式〔20〕中の複号を-、nを1とした場合の $\Delta n d_1$ の波長依存性がポリカーボネートのそれに近い。そこで位相板1にはポリカーボネートを用い、波長550nmにおけるリタデーションを668nmとした。また、位相板1の遅相軸角度は上基板の配向処理方向に平行にし、位相板2の遅相軸角度は上基板の配向処理方向と45°をなす様に設定した。また、偏光板の透過軸角度は表11より上基板の配向処理方向と約31°をなす様に設定した。

【0139】イエロー、シアン、マゼンダのいずれの表示領域も2.1V付近で反射率が極小となり、コントラスト比はイエローが18:1、シアンが18:1、マゼンダが22:1であった。

【0140】〔実施例11〕実施例1の液晶表示装置に、位相板1と位相板2を加えた。

【0141】表11より、位相板2の波長550nmにおけるリタデーションを75nmとした。また、表6の中では式〔20〕中の複号を-、nを0とした場合の $\Delta n d_1$ の波長依存性がポリカーボネートのそれに近い。そこで位相板1にはポリカーボネートを用い、波長550nmにおけるリタデーションを275nmとした。

【0142】また、位相板1の遅相軸角度は上基板の配向処理方向に平行にし、位相板2の遅相軸角度は上基板の配向処理方向と45°をなす様に設定した。また、偏光板の透過軸角度は表11より上基板の配向処理方向と約48°をなす様に設定した。

【0143】この液晶表示装置の反射率の駆動電圧依存性を測定したところ、シアン、Rのいずれの表示色も

2.1V付近で反射率が極小となり、明表示の反射率はシアンが25%、Rが14%であった。コントラスト比は1/240デューティ駆動においてシアンが6:1、Rが7:1であった。

【0144】以上の様に位相板1と位相板2を加えることによりいずれの表示色もほど同じ印加電圧値において反射率が極小となり、暗表示が可能になった。これにより、例えば白の背景色と黒の文字の間に赤でアンダーラインを引く等の表示が可能になった。

10 【0145】〔実施例12〕図13に示す様な、パターン表示部とマトリクス表示部から構成され、日本の主要都市名とその位置を表示する液晶表示装置を作成した。パターン表示部には日本地図と主要都市が表示されており、このうち主要都市の位置は円形の電極とこれに対応する円形のRフィルターを用いて表示し、上側電極、下側電極の形状をそれぞれ図14(a)、(b)に、カラーフィルタの形状を図15に示す。図15の斜線部分はRのカラーフィルタ151であり、実施例1中の(f)、(i)のコレステリック液晶層の積層体を用いた。それ以外の部分は白表示部152であり、実施例1中の(a)、(d)、(h)のコレステリック液晶層の積層体を用いた。パターン表示部の電極形状とカラーフィルタ形状以外は実施例11と同様にした。選択された都市は赤で表示され、選択されない都市の位置は黒で表示されるようにした。

【0146】この様にXY電極以外の形状の電極を備えた液晶表示装置にも本発明は有効である。

【0147】〔比較例〕実施例1の液晶表示装置において、コレステリック液晶層30を従来の顔料を用いたカラーフィルタに置き換えた。その透過スペクトルを図12に示す。更に光吸収体層40を1/4波長板と偏光板と反射板に変えた。明表示の反射率はそれぞれRが10%、Gが8%、Bが8%と低い。

【0148】この様に、従来の顔料を用いたカラーフィルタと2枚の偏光板を用いた反射型カラー液晶表示装置は、本発明の表示装置に比べて、表示の明るさの低下が大きいことが分かる。

【0149】

【発明の効果】以上により、本発明によれば、従来の反射型液晶表示装置よりも明るい表示の反射型液晶表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の構成を示す模式斜視図である。

【図2】実施例1の液晶表示装置のカラーフィルタの作成工程図である。

【図3】コレステリック液晶層の反射スペクトルと従来の染料を用いたカラーフィルタの透過スペクトルのそれぞれの強度の最大値を規格化して示すスペクトル図である。

【図4】コレステリック液晶層の透過スペクトル図である。

【図5】本発明の液晶表示装置の構成を示す模式断面図である。

【図6】従来の液晶表示装置の構成を示す模式断面図である。

【図7】本発明の携帯型情報端末機への搭載例を示す図である。

【図8】 S_3 軸方向から見たポアンカレ球上における本発明の液晶表示装置の駆動用液晶層の固有偏光を示す図である。

【図9】 S_3 軸方向から見たポアンカレ球上における本発明の液晶表示装置の入射透過光に望ましい偏光分散状態を示す図である。

【図10】(a)は S_3 軸方向から見たポアンカレ球であり、位相板1の遅相軸と偏光板の透過軸の方位角の設定法を示す図であり、(b)は(a)中の直線Aの方向から見たポアンカレ球表面であり、位相板1のリターデーションの設定法を示す図である。

【図11】(a)は S_3 軸方向から見たポアンカレ球であり、位相板2の遅相軸の設定法を示す図であり、

(b)はポアンカレ球であり、位相板2のリターデーションの設定法を示す図である。

【図12】従来のカラーフィルタの透過スペクトル図である。

【図13】実施例12の液晶表示装置の表示パターンの一例を示す図である。

【図14】実施例12の液晶表示装置の上下の電極形状を示す図である。

【図15】実施例12の液晶表示装置のカラーフィルタ 30

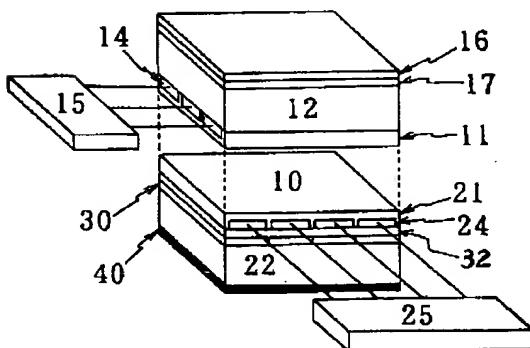
の分布図である。

【符号の説明】

10 10…液晶層、11, 21…配向膜、12…上基板、14, 24…電極、15, 25…駆動部、16…上偏光板、17…位相板、22…下基板、26…下偏光板、30…コレステリック液晶層、31…従来のカラーフィルタ、32…平坦化層、40…光吸收体層、50…反射板、71…表示部、72…操作部、73…アンテナ、450…波長450nmの透過光、500…波長500nmの透過光、550…波長550nmの透過光、600…波長600nmの透過光、650…波長650nmの透過光、 θ_{01} …ポアンカレ球上での固有偏光の座標を表す方位角、 ψ_{01} …ポアンカレ球上での座標を表す仰角、R…波長650nmの透過光、G…波長550nmの透過光、B…波長450nmの透過光、A…位相板1の遅相軸方位、C…位相板2の遅相軸方位、BE, BE'…偏光板透過軸方位、 Θ …駆動用液晶層の固有偏光の周りの透過光の回転角、R…従来の赤表示のカラーフィルタの透過スペクトル、G…従来の緑表示のカラーフィルタの透過スペクトル、B…従来の青表示のカラーフィルタの透過スペクトル、131…パターン表示部、132…マトリクス表示部、133…選択された都市の位置を示す赤表示、134…選択されない都市の位置を示す黒表示、151…R表示のカラーフィルタ、152…白表示のカラーフィルタ、160…基板、161…コレステリック液晶(a)、162…コレステリック液晶(i)、163…コレステリック液晶(c)、164…コレステリック液晶(j)、165…コレステリック液晶(f)、166…平坦化層。

【図1】

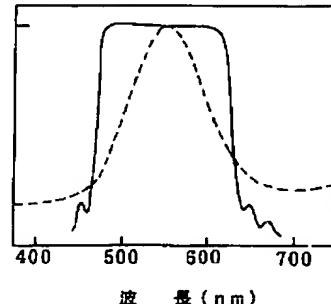
図 1



10…液晶層 11, 21…配向膜 12…上基板
14, 24…電極 15, 25…駆動部 16…上偏光板
17…位相板 22…下基板 26…下偏光板
30…コレステリック液晶層 31…従来のカラーフィルタ
32…平坦化層 40…光吸收体層

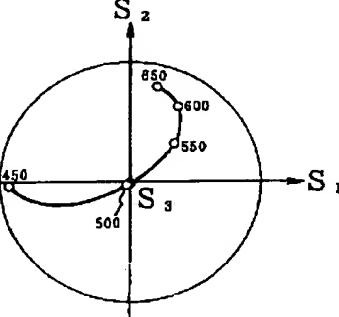
【図3】

図 3



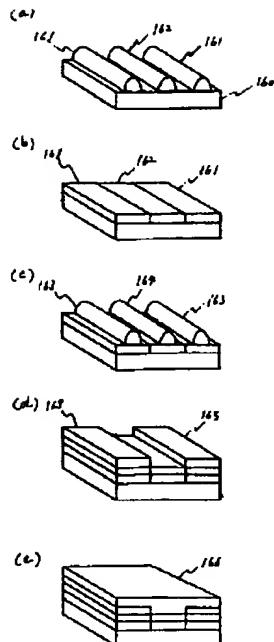
【図9】

図 9



【図2】

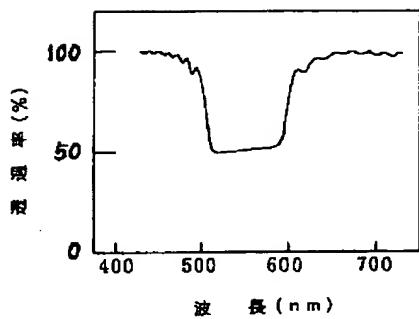
図2



160…基板
161…コレステリック液晶 (a)
162…コレステリック液晶 (b)
163…コレステリック液晶 (c)
164…コレステリック液晶 (d)
165…コレステリック液晶 (e)
166…平坦化層

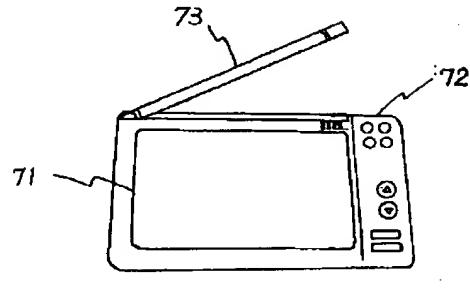
【図4】

図4



【図7】

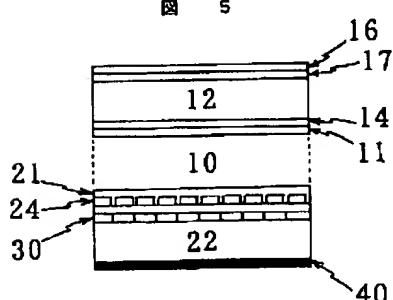
図7



71…表示部 72…操作部 73…アンテナ

【図5】

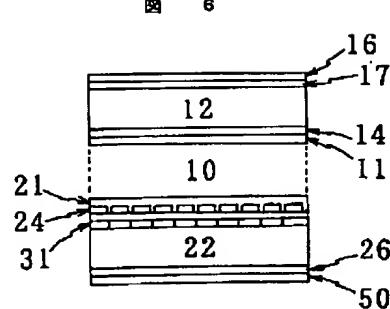
図5



【図12】

【図6】

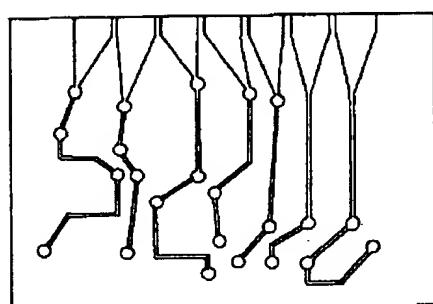
図6



50…反射板

【図14】

図14(a)



(b)

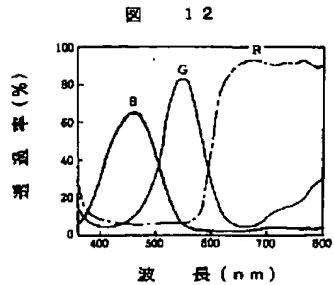
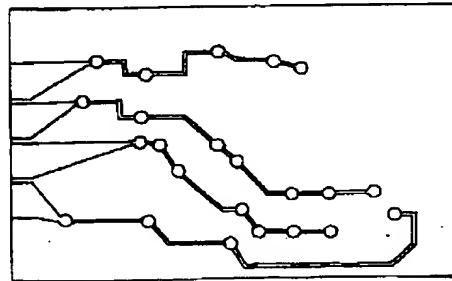
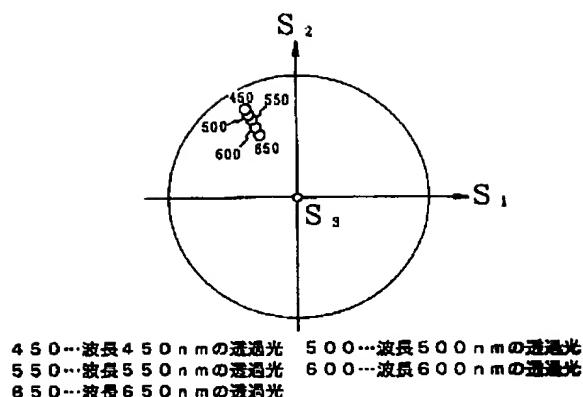


図12



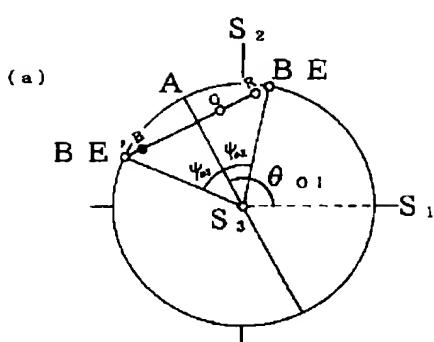
【図 8】

図 8

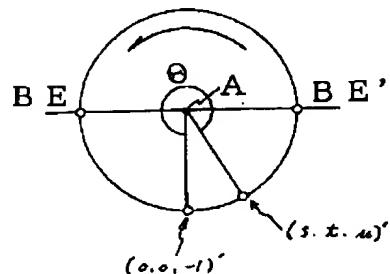


【図 10】

図 10



(a)

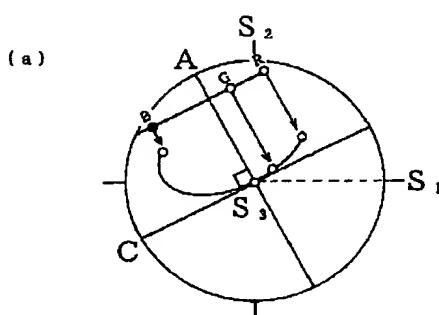


(s, t, -l)'

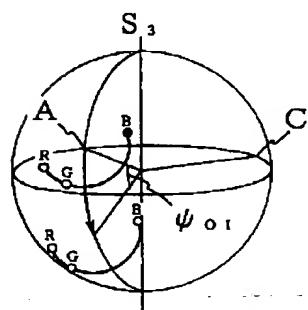
(s, t, -l)'

【図 11】

図 11



(b)



C…位相板2の透相軸方位

 θ_{01} …ボアンカレ球上の固有偏光の座標を表す方位角 ψ_{01} …ボアンカレ球上の座標を表す仰角

R…波長650nmの透過光

B…波長450nmの透過光

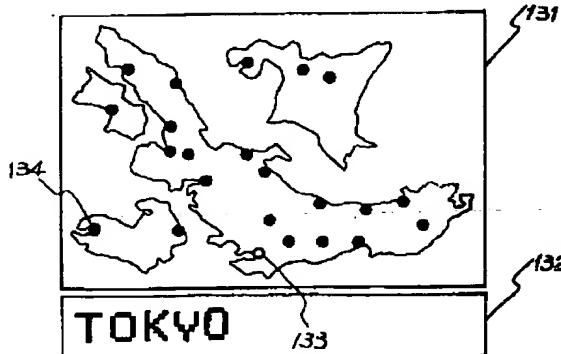
A…位相板1の透相軸方位

B E, B E'…偏光板透通軸方位

θ…駆動用液晶層の固有偏光の周りの透過光の回転角

【図 13】

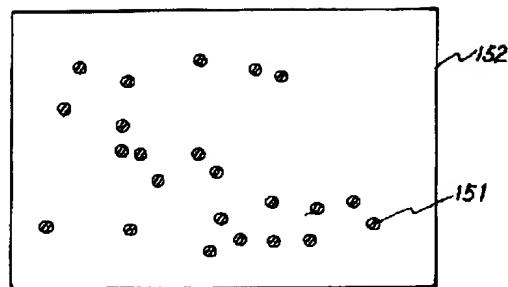
図 13



131…パターン表示部 132…マトリクス表示部
133…選択された都市の位置を示す赤表示
134…選択されない都市の位置を示す黒表示

【図15】

図 15



151…R表示のカラーフィルタ 152…白表示のカラーフィルタ

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the reflected type liquid crystal display in which a big screen highly minute display and color display are possible by the low cost using a liquid crystal display, especially XY electrode.

[0002]

[Description of the Prior Art] A liquid crystal display has the feature called lightweight, a thin shape, and low power, and is spread ***** as display, such as a word processor, a personal computer, and a workstation. Since a reflected type liquid crystal display does not need a back light in it, power consumption is still lower compared with a penetrated type liquid crystal display, and there is little consumption of a dc-battery power supply, and it can be used also on the outdoors using outdoor daylight. It is considered by such advantage for a reflected type liquid crystal display to become the mainstream of the display for porter pull type OA equipment from now on.

[0003] The great portion of software for OA equipment sold now is color display correspondence, and there are some which will be hard to use it if it is not color display in inside. Then, the reflected type liquid crystal display is also asked for colorization. However, the following problems arise only by transposing the back light of the penetrated type electrochromatic display display put in practical use now to a reflecting plate.

[0004] (i) Shortage of the luminosity of a display (ii) The fall above of the color purity of a foreground color originates in the transparency spectrum of the light filter used for penetrated type electrochromatic display showing a gently-sloping gauss function-like distribution like drawing 12. Although the wavelength distribution of the visibility human being's eyes must be taken into consideration in fact, the luminosity of a display carries out **** correspondence of the foreground color in the area of a transparency spectrum at the width of face of the wavelength field over which a transparency spectrum is distributed. Moreover, if the area of a transparency spectrum tends to be increased and it is going to increase the luminosity of a display, as a dashed line shows in drawing 3, the distribution wavelength field of a transparency spectrum will increase remarkably, and the color purity of a foreground color will fall remarkably.

[0005] (i) and (ii) have the relation of a trade-off. On the other hand, S Mitsui-etc. is SID92. DIGEST In 473 pages, the reflective color LCD panel which combined the light filter with a guest host's light-scattering display is announced. However, the contrast ratio is as low as about 3:1, and since it uses TFT, it has the problem which says that cost is high. Moreover, Martin Schadt has announced the reflected type liquid crystal display using the cholesteric-liquid-crystal layer which shows property reflection to a visible wavelength field in Liquid-Cristal Devicesand Materials(1991) Vol.1455 and 214-224 pages. However, the increase method of of the colorization and contrast ratio is not described.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, the reflective color LCD panel of high contrast with a bright display is not put in practical use. A display is high contrast brightly and this

invention aims to let composition offer a simple reflective color LCD panel.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The summary of this invention for solving the above-mentioned technical problem is as follows.

[0008] (1) Equip the aforementioned substrate side with the electrode (or XY electrode) which has the mechanical component which impresses the voltage more than binary to the vertical substrate countered and arranged, a liquid crystal layer, and the aforementioned liquid crystal layer. The aforementioned liquid crystal layer is the liquid crystal display currently pinched by the aforementioned substrate. The bottom substrate of the above is equipped with a cholesteric-liquid-crystal layer and an optical-absorption layer, and the aforementioned cholesteric-liquid-crystal layer is seen from a user side. to the aforementioned electrode down side Arrange the aforementioned optical-absorption layer to the aforementioned cholesteric-liquid-crystal layer down side, and the aforementioned cholesteric-liquid-crystal layer has two or more fields where the wavelength fields of property reflection differ mutually. If the wavelength field of property reflection sets to Ch (n) from Anm the field which is Bnm (integer of n, m1, 2, and 3 --), each Anm will be 400nm or more, and each Bnm may be 1000nm or less.

[0009] (2) The aforementioned cholesteric-liquid-crystal layer has Field Ch (1), Ch (2), and Ch (3), and the wavelength field of the property reflection to the light which carried out incidence at right angles to the layer flat surface of each field sets it to A11 >=400nm, B11 <=550nm, A21 >=450nm, B21 <=650nm, A31 >=550nm, and B31 <=1000nm, respectively.

[0010] (3) the wavelength field of the property reflection to the light to which it has the aforementioned cholesteric-liquid-crystal layer, and it carried out incidence of Field Ch (1), Ch (2), and the Ch (3) at right angles to the layer flat surface of each field -- respectively -- A -- 11>=400nm B 11<=600nm A 21>=500nm and B21<= -- you may be 1000nm A 31>=400nm B 31<=540nm A 32>=560nm B 32<=1000nm

[0011] (4) Prepare each field of the aforementioned cholesteric-liquid-crystal layer corresponding to a display pixel.

[0012] (5) Make ***** of the aforementioned cholesteric-liquid-crystal layer or more into 0.2.

[0013] (6) Carry out the laminating of a phase plate and the polarizing plate to order from a substrate side on the outside of an above top substrate.

[0014] (7) The liquid crystal display according to claim 1 to 5 which made the lagging axis of a phase plate 2 parallel with the orientation processing direction of a top substrate, and made the lagging axis of a phase plate 1 the orientation processing direction of a top substrate, and 45 degrees when it had two phase plates and was a phase plate 2 and a phase plate 1 from the top substrate side at order.

[0015] (8) Set the retardation (thickness x birefringence) of a phase plate 2 to 25-140nm in the above (7).

[0016] (9) Make into 10-35 degrees the angle which the orientation processing direction of the transparency shaft of a polarizing plate and a top substrate makes in the above (6).

[0017] (10) Set the retardation (thickness x birefringence) of a phase plate 1 to 300-1000nm in the above (9).

[0018]

[Function] how to solve the trouble of (i) and (ii) stated by the Prior art is considered The light filter is performing alternative transparency of the light of a specific wavelength field using the absorption of light or dispersion, and as long as this principle is used, (i) and (ii) are nonavoidable.

[0019] Then, in this invention, property reflection of a cholesteric-liquid-crystal layer was used. A cholesteric-liquid-crystal layer is a layer from which the direction of the director showing the direction of average orientation of a liquid crystal molecule changes right-handed rotation or in the counterclockwise direction continuously. It has the property of reflecting the light of the field of wavelength lambda where a cholesteric-liquid-crystal layer has equal direction of torsion and hand of cut of the inside of the two peculiar polarization (elliptically polarized light), and self, and is expressed with a formula [1], and this is called property reflection.

[0020]

[Equation 1]

$Pn2 < \lambda < Pn1$ [1]

n_1 and n_2 are the one among $n_{||}$ (refractive index of the direction of a director), and n_{\perp} (refractive index of a direction perpendicular to a director) where a value is larger respectively, and the smaller one, and P shows the pitch of torsion. In addition, since the wavelength field of property reflection is narrow enough, it colors and the reflected light is visible.

[0021] Moreover, the wavelength field of property reflection can be adjusted by changing the pitch of torsion so that clearly from a formula [1]. The pitch of torsion can be changed and the light filter for liquid crystal displays can be made by forming the cholesteric-liquid-crystal layer which made the wavelength field of property reflection the wavelength field equivalent to R, G, and B of the conventional light filter for example, in the shape of a stripe.

[0022] The light filter using the above-mentioned cholesteric-liquid-crystal layer has some advantages as compared with the conventional light filter for liquid crystal displays.

[0023] The transparency spectrum of a cholesteric-liquid-crystal layer is shown in drawing 4. It applies to 590nm from the wavelength of 510nm, and permeability is falling about 50% and shows property reflection in this wavelength field.

[0024] Thus, the reflectance spectrum of a cholesteric-liquid-crystal layer shows very steep standup and falling as compared with the transparency spectrum of the conventional light filter for liquid crystal shown in drawing 12. In addition, the area of a spectrum is in a transparency spectrum, ****, etc. of a light filter by making it drawing 3, and the reflectance spectrum (solid line) of a cholesteric-liquid-crystal layer is written together.

[0025] Thus, even if it increases the area of a spectrum and increases the luminosity of a display, there is little increase of the distribution wavelength field of a spectrum as compared with the conventional light filter, and the color purity of a foreground color does not fall so much.

[0026] Since a cholesteric-liquid-crystal layer reflects light by property reflection, the light filter using this serves as a reflecting plate. Furthermore, a cholesteric-liquid-crystal layer is also the optical isolator which makes polarization from the natural light by property reflection, and this light filter serves also as a polarizing plate. In addition, in order to absorb the transmitted light outside the field of property reflected wave length, and the peculiar polarization with the hand of cut reverse [the direction of torsion of a cholesteric-liquid-crystal layer] in a field, an optical-absorption body whorl is prepared behind a cholesteric-liquid-crystal layer.

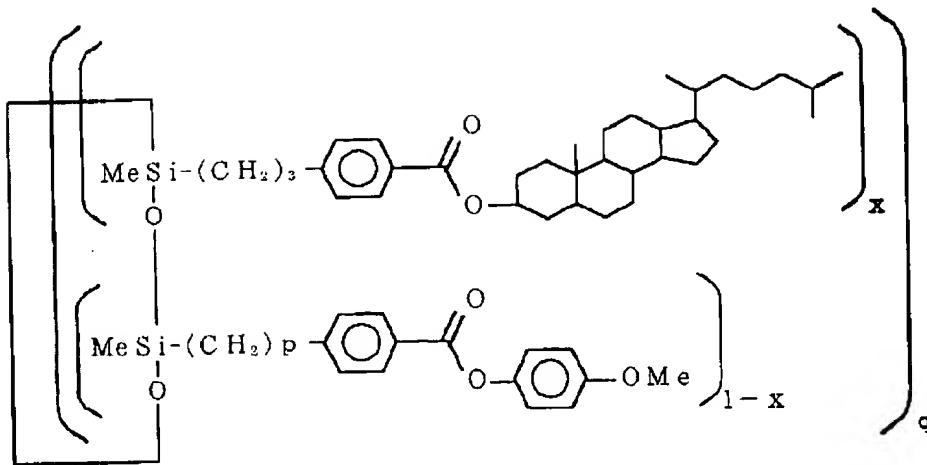
[0027] The cross section at the time of transposing the cross section of the liquid crystal display of this invention to drawing 5, and transposing the back light of the conventional penetrated type electrochromatic display display to a reflecting plate at drawing 6 is shown. In the liquid crystal display of this invention, a light filter, a reflecting plate, and a polarizing plate are unified, and the whole composition can be simplified by having prepared directly under the bottom electrode 24. The shadow of a dark display it was shadowless on the problem with the conventional reflected type liquid crystal display stops moreover, coming out by having made the cholesteric-liquid-crystal layer 30 into the light filter.

[0028] On the other hand, in the conventional reflected type liquid crystal display, the reflecting plate 50 is put on the outside of the bottom substrate 22, and the distance for thickness of the bottom substrate 22 was between the electrode 24 and the reflecting plate 50. Therefore, when light carried out incidence from across, the shadow of a dark display arose on the reflecting plate 50, the dark table picture looked double, and visibility was spoiled greatly.

[0029] As for example, F.H.Kreuzer and others has announced to Mol.Cryst.Liq.Crist., 1991, Vol.199, and pp.345-378, an annular polysiloxane system polymer liquid crystal can be used for a cholesteric-liquid-crystal layer. One example of the molecular structure is shown in ** 1.

[0030]

[Formula 1]



[0031] (However, x shows 0.2-0.5 and, in p, 3 or 4q shows the integer of 4-6).

[0032] By changing the content ratio of the above-mentioned side chain, the above-mentioned liquid crystal macromolecule changes the pitch of torsion, and can set the wavelength field of property reflection as arbitration ranging from the visible wavelength field to a near infrared region as it has a side chain containing a cholesterin skeleton, and the side chain which does not contain a cholesterin skeleton and is shown in 23 view in this reference. The cholesteric liquid crystal which shows property reflection by this to the wavelength field corresponding to three colors of R, G, and B is obtained.

[0033] A light filter is obtained by forming these in a substrate side in the shape of a stripe furthermore, using meanses, such as printing, and forming the distribution of Ch (1), Ch (2), and Ch (3).

[0034] For the shaft of torsion, for example, T.J.Bunning and others is LIQUID. As announced to CRYSTALS, 1991, Vol.10, No.4, and pp.445-456, perpendicularly [of a direction] share stress was added is turned to. Therefore, share stress can be added to the cholesteric-liquid-crystal layer formed in the shape of a stripe on the substrate in parallel with a substrate side, and the shaft of torsion can be turned in the perpendicular direction to a substrate side.

[0035] In addition, the macromolecule which has an aromatic machine and the dissymmetry structured division, for example, a polyester system macromolecule, the polyamide system macromolecule, etc. are suitable in the molecule at cholesteric liquid crystal.

[0036] Moreover, you may be the resin which mixed a black color, a pigment, and these on the optical-absorption object. Or metal membranes, such as chromium used for the black matrix of penetrated type electrochromatic display display, are sufficient.

[0037] It is as follows, when the operation effect by the above is made to correspond with each means of aforementioned (1) - (10) and is indicated.

[0038] The operation effect 1: By having a cholesteric-liquid-crystal layer and an optical-absorption body whorl inside a bottom substrate, the problem of aforementioned (i) - (ii) is solved and the shadow of a dark display is also canceled.

[0039] The operation effect 2: The wavelength field of property reflection can be made into the wavelength field equivalent to the foreground color of R, G, and B by using what shows property reflection in a wavelength field (400-550nm, 450-650nm, and 550-1000nm), respectively to the light which carried out incidence to Ch in a cholesteric-liquid-crystal layer (1), Ch (2), and Ch (3) at right angles to a layer flat surface. Thereby, in addition to an optical isolator-cum-a reflecting plate, it can be used as the above-mentioned light filter.

[0040] The operation effect 3 : As opposed to the light which carried out incidence to Ch (1) of a cholesteric-liquid-crystal layer, Ch (2), and Ch (3) at right angles to a layer flat surface again By using what shows property reflection into a wavelength field (400-600nm, 500-1000nm, 400-540nm, and 560-

1000nm), respectively. The wavelength field of property reflection can be made into cyanogen, yellow, and the wavelength field equivalent to the foreground color of MAZENDA, and, in addition to an optical isolator-cum-a reflecting plate, it can be used as the above-mentioned light filter.

[0041] The operation effect 4: By making the distribution of each field in a cholesteric-liquid-crystal layer correspond with a display pixel, control by the drive circuit of a foreground color becomes easy.

[0042] The operation effect 5: When a birefringence uses 0.2 or more optical anisotropic bodies as a cholesteric-liquid-crystal layer, the wavelength field of property reflection spreads.

[0043] When the use under a fluorescent lamp is assumed, the emission spectrum of a fluorescent lamp is a set of the bright line, and the distribution wavelength width of face of each bright line is about 50nm. In the aforementioned formula [1], if $n_1=1.71$, $n_2=1.51$ (birefringence 0.2), and $P=300\text{nm}$, a property reflected wave length field will be set to 453-513nm, and will serve as width of face of 60nm.

[0044] Moreover, if $n_1=1.73$, $n_2=1.51$ (birefringence 0.22), and $P=320\text{nm}$, a property reflected wave length field will be set to 483-554nm, and will serve as width of face of 71nm.

[0045] Therefore, with [the birefringence of a cholesteric-liquid-crystal layer] 0.2 [or more], the use under a fluorescent lamp is attained.

[0046] The high reflective color LCD panel of the color purity of a foreground color is obtained brightly [a display] by the above.

[0047] Since polarization distribution is generally given to the light which penetrated the liquid crystal layer for a drive, it must compensate polarization distribution of the transmitted light like STN-LCD using a phase plate for raising a contrast ratio. The derivation method of the setups of a phase plate is described below.

[0048] What is necessary is just to make the polarization state of the light which carries out incidence to the cholesteric-liquid-crystal layer 30 at the time of a dark display into the elliptically polarized light from which the direction of torsion of a cholesteric-liquid-crystal layer and a hand of cut differ, in order to reduce the reflection factor at the time of the dark display in a cholesteric-liquid-crystal layer. At this time, all the light that carried out incidence to the cholesteric-liquid-crystal layer penetrates this, and is absorbed by the optical-absorption body whorl 40 prepared in the back. Moreover, peculiar polarization of a cholesteric-liquid-crystal layer can reduce enough the reflection factor at the time of a dark display, when incidence of the circular polarization of light from which the direction of torsion and a hand of cut differ is carried out, since an ovality is the elliptically polarized light near 1 (close to the circular polarization of light).

[0049] Therefore, how to make light which carries out incidence to a cholesteric-liquid-crystal layer at the time of a dark display the circular polarization of light from which the direction of torsion and hand of cut differ will be considered after this.

[0050] First, in order to describe a polarization state, the standardization Stokes parameter (S_1 , S_2 , S_3) is introduced. S_1 , S_2 , and S_3 are defined by following formula [2]- [4] using the phase contrast delta of the component EX of the arbitrary electric field vectors of X shaft orientations, and the components EY, EX, and EY of the electric field vector of Y shaft orientations.

[0051]

[Equation 2]

$$S_1 = (EX_2 - EY_2) / (EX_2 + EY_2) \quad [2]$$

$$S_2 = 2EXEY\cos\delta / (EX_2 + EY_2) \quad [3]$$

$$S_3 = 2EXEY\sin\delta / (EX_2 + EY_2) \quad [4]$$

Moreover, since the square sum of S_1 , S_2 , and S_3 is 1, arbitrary polarization states can be expressed as a coordinate point on the sphere (it is called the Poincare sphere) of the radius 1 of the space which sets three shafts as S_1 , S_2 , and S_3 .

[0052] The regularity of conversion of the polarization state of the incident light by the liquid crystal layer for a drive is described using this standardization Stokes parameter and a Poincare sphere display.

[0053] The liquid crystal layer for a drive of STN-LCD is a chiral nematic layer, and a director (average of the direction of orientation of a liquid crystal molecule) has the torsion structure of changing the direction continuously to a certain shaft. Peculiar polarization when light carries out incidence in parallel

to the shaft orientations of torsion is two elliptically polarized light from which a hand of cut differs mutually. One side of the main shaft of the ellipse is parallel to a director, and another side is perpendicular.

[0054] The conversion of the polarization state of light which carried out the **** position of two peculiar polarization of a chiral nematic layer at the antipodal point on the Poincare sphere, and carried out incidence to the chiral nematic layer is expressed in approximation as surrounding rotation of the straight line which connects two peculiar polarization on the Poincare sphere. In order that the director of a chiral nematic layer may change the direction continuously to the shaft of torsion, two peculiar polarization rotates S3 shaft for a Poincare sphere top as a center with advance of light. Therefore, conversion of the polarization state by the chiral nematic layer is expressed as a precession on the Poincare sphere.

[0055] The surrounding angle of rotation theta of the line which connects two peculiar polarization The standardization Stokes parameter of the light which places a polarizing plate so that a director and a transparency shaft may accomplish 45 degrees to the optical incidence side of the liquid crystal layer for a drive, and carries out incidence to the liquid crystal layer for a drive (value which transformed in consideration of rotation of a0, b0, and c0:peculiar polarization), The standardization Stokes parameter (a1, b1, c1) of the light which carries out outgoing radiation is measured, and it asks by substituting for the following formula [5].

[0056]

[Equation 3]

$$\Theta = \arccos(a_0 a_1 + b_0 b_1 + c_0 c_1) [5]$$

Electronic-intelligence communication society paper magazine C-II Vol.J75-C-II No.3 The result which searched for theta and its wavelength dependency about the various liquid crystal layers for a drive is shown in Table 1 - 5 using the method indicated by pp.149-157.

[0057]

[Table 1]

表 1

(ツイスト角240°、△nd=0.78)

		波 長 (n m)				
		450	500	550	600	650
Θ		356°	302°	270°	243°	222°
p	0.270	0.363	0.335	0.304	0.269	
q	-0.468	-0.629	-0.580	-0.528	-0.466	
r	0.841	0.687	0.742	0.793	0.843	
s	0.013	0.416	0.333	0.115	-0.080	
t	0.007	0.513	0.763	0.882	0.864	
u	-0.999	-0.751	-0.553	-0.458	-0.496	

[0058]

[Table 2]

表 2

(ツイスト角240°、△nd=0.93)

		波 長 (n m)				
		450	500	550	600	650
Θ		447°	363°	320°	284°	257°
p	0.411	0.384	0.357	0.323	0.293	
q	-0.711	-0.665	-0.618	-0.560	-0.508	
r	0.571	0.640	0.701	0.763	0.810	
s	-0.932	-0.030	0.339	0.356	0.201	
t	-0.026	-0.020	0.331	0.641	0.792	
u	-0.361	-0.999	-0.868	-0.680	-0.576	

[0059]

[Table 3]

表 3
(ツイスト角240°、 $\Delta n_d = 1.05$)

	波 長 (nm)				
	450	500	550	600	650
Θ	510°	408°	354°	312°	281°
p	0.437	0.392	0.332	0.327	0.300
q	-0.758	-0.678	-0.574	-0.566	-0.520
r	0.484	0.621	0.748	0.757	0.800
s	-0.772	-0.586	0.056	0.340	0.315
t	0.468	-0.152	0.035	0.387	0.632
u	0.430	-0.796	-0.998	-0.857	-0.708

[0060]

[Table 4]

表 4
(ツイスト角260°、 $\Delta n_d = 0.81$)

	波 長 (nm)				
	450	500	550	600	650
Θ	455°	427°	347°	315°	291°
p	0.124	0.128	0.103	0.104	0.100
q	-0.703	-0.726	-0.583	-0.590	-0.567
r	0.700	0.676	0.806	0.800	0.817
s	-0.794	-0.722	0.131	0.394	0.477
t	0.413	0.182	0.036	0.213	0.389
u	-0.444	-0.667	-0.991	-0.894	-0.788

[0061]

[Table 5]

表 5
(ツイスト角 90°、 $\Delta n_d = 0.81$)

	波 長 (nm)				
	450	500	550	600	650
Θ	331°	219°	167°	115°	72°
p	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
q	-0.935	-0.952	-0.858	-0.900	-0.899
r	-0.354	-0.305	-0.513	-0.435	-0.438
s	0.450	0.595	-0.190	-0.817	-0.857
t	-0.041	-0.517	-0.870	-0.556	-0.274
u	-0.892	0.615	0.455	0.151	-0.436

[0062] Moreover, the standardization Stokes parameter (p, q, r) of two peculiar polarization in the chiral nematic layer front face by the side of outgoing radiation is obtained from following formula [6]- [8].

[0063]

[Equation 4]

$$P = \cos \psiOI \cos \thetaOI [6]$$

$$Q = \cos \psiOI \sin \thetaOI [7]$$

$$R = \sin \psiOI [8]$$

Here, θOI is the value of the double precision of azimuth \thetaOI' of the orientation processing direction of the chiral nematic layer front face by the side of outgoing radiation. Moreover, ψOI is obtained by the following formula [9] from (a0, b0, c0), previous (a1, b1, c1), and previous θOI .

[0064]

[Equation 5]

$$\psiOI = \arctan [(a_0 - a_1) \cos \thetaOI + (b_0 - b_1) \sin \thetaOI] / (c_1 - c_0)$$

.... [9]

About the various liquid crystal layers for a drive, the result which searched for (p, q, r), and its wavelength dependency is written together to Table 1 - 5. moreover -- as an example -- 240 degrees of

twist angles of Table 2, and the deltan=0.93micrometer liquid crystal layer for a drive -- having asked (p, q, r) -- if it plots on the Poincare sphere, it will become like drawing 9 Thus, peculiar polarization of each wavelength is distributed over the very narrow field on the Poincare sphere.

[0065] The setups of a phase plate are derived using above-mentioned theta, and (p, q, r). Each direction of torsion of the liquid crystal layer for a drive and a cholesteric-liquid-crystal layer is assumed to be a counterclockwise rotation. in this case, the standardization Stokes parameter of the light which the peculiar polarization which penetrates a cholesteric-liquid-crystal layer is clockwise elliptically polarized light, and carries out incidence to a cholesteric-liquid-crystal layer in order to reduce the permeability of a dark display -- then (0, 0, -1), it is good The standardization Stokes parameter of the incident light E to the liquid crystal layer for a drive is set with s, and (t, u). When the rotation matrix consisting mainly of S1 shaft on the Poincare sphere, S biaxial, and S biaxial is set to R1, R2, and R3, respectively, optical E' which penetrated the liquid crystal layer for a drive is expressed with the following formula [10].

[0066]

[Equation 6]

$$E' = R_3(-\theta_{OI}) \times R_2(-\psi_{OI}) \times R_1(\theta) \times R_2(\psi_{OI}) \times R_3(\theta_{OI}) \times E \quad [10]$$

In addition, R1 (theta), R2 (psi), and R3 (theta) are shown by a formula [11], [12], and [13].

[0067]

[Equation 7]

$$R_1(\theta) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \quad [11]$$

$$R_2(\psi) = \begin{pmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi \end{pmatrix} \quad [12]$$

$$R_3(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad [13]$$

[0068] In the aforementioned formula [10], since it is E'=(0, 0, -1), s, and (t, u) are called for like following formula [14]- [16] from this.

[0069]

[Equation 8]

$$s = (1 - \cos \theta) rp - q \sin \theta \quad [14]$$

$$t = (1 - \cos \theta) rq + p \sin \theta \quad [15]$$

$$u = r^2 + (1 - r^2) \cos \theta \quad [16]$$

The result which searched for s, (t, u); and its wavelength dependency about the various liquid crystal layers for a drive is written together to Table 1 - 5.

[0070] moreover -- as an example -- 240 degrees of twist angles, and the deltan=0.93micrometer liquid crystal layer for a drive -- having asked (s, t, u) -- if it plots on the Poincare sphere, it will become like drawing 10 drawing 10 shows -- as -- s, and (t, u) of each wavelength -- a Poincare sphere top -- being circular (a drawing destructive line showing) -- it is distributed As shown in drawing 9, peculiar polarization of each wavelength is distributed over the very narrow field on the Poincare sphere, and this is because the center of rotation of the transmitted light of each wavelength is *** regularity.

[0071] Next, it asks for the setups of a phase plate which give such a wavelength dispersion. Although conversion of the polarization state by the phase plate is expressed as surrounding rotation of one pair of

antipodal points located on the equator of the Poincare sphere, if this is used, the wavelength dispersion of the polarization state near drawing 10 can be made using the phase plate of two sheets so that it may state below.

[0072] If the direction which approaches the liquid crystal layer for a drive among the phase plates of two sheets is used as a phase plate 2, another side is used as a phase plate 1 and theta1, theta2, and thetaP are made into the azimuth of the lagging axis of the phase plate 1 on the Poincare sphere, the lagging axis of a phase plate 2, and the transparency shaft of a polarizing plate, respectively, theta1, theta2, and thetaP will be set up like the following formula.

[0073]

[Equation 9]

theta1=thetaOI [17]

theta2=thetaOI+90 degree [18]

theta P=theta OI**psi OI [19]

Drawing 10 and drawing 11 explain the reason for setting up theta1, theta2, and thetaP like formula [17]-[19].

[0074] It is referred to as theta P=theta OI**psi OI and theta1=thetaOI, and you make it distributed on the circle centering on the straight line A which the azimuth [light / of each wavelength which penetrated the polarizing plate and the phase plate 1 / R, G, and B] on the Poincare sphere is thetaOI, and passes along the equator of the Poincare sphere [drawing 10 (a)]. since drawing is the Poincare sphere seen from S3 shaft orientations -- R, G, and B -- Point BE and BE' (intersection of the straight line B in which an azimuth is contained in an equatorial plane by theta P=theta OI**psi OI, straight-line B', and the equator of the Poincare sphere) -- a passage -- a straight-line top perpendicular to a straight line A -- being distributed -- ****. At this time, deltand1 (thickness x birefringence) of a phase plate 1 is set up so that the surrounding angle of rotation of a straight line A may be set to theta [drawing 10 (b)]. Drawing is the Poincare sphere front face seen from the direction of a straight line A, and a circle is a path to which the linearly polarized light which carried out incidence to the phase plate 1 moves a Poincare sphere top with the optical anisotropy of a phase plate 1 from Point BE or BE'. Moreover, '(s, t, u) and '(0, 0, -1) in drawing 10 (b) are a point which moves to s, (t, u), and (0, 0, -1) after phase plate 2 transparency, respectively.

[0075] From drawing 10 (b), when an incident light carries out incidence to a phase plate 1 from Point BE, if the surrounding angle of rotation of a straight line A is 630 degree-theta (s, t, u), 'will be reached. Moreover, after turning around the surroundings of a straight line A too many n round (s, t, u), you may reach '. The angle of rotation at this time is 360ndegree+630 degree-theta. When an incident light carries out incidence to a phase plate 1 from point BE', an angle of rotation is 360ndegree+450 degree-theta similarly. As mentioned above, what is necessary is just to define deltand1 (lambda) in the wavelength lambda of a phase plate 1 like the following formula [20], if wavelength of the transmitted light is set to lambda.

[0076]

[Equation 10]

deltand1=(+540 degree [of 360 degree n-theta] **90 degrees) lambda / 360 degrees -- [20]

However, the sign which is 90 degrees when an incident light is Point BE in a formula [20] is +, and when an incident light is point BE', it is -.

[0077] About the liquid crystal layer for a drive of Tables 1-5, the result which searched for deltand1 and its wavelength dependency is shown in Tables 6-10. In addition, the number shown in Tables 6-10 with the parenthesis is the value of deltand1 standardized on the wavelength of 550nm.

[0078]

[Table 6]

表 6
(ツイスト角 240° 、 $\Delta nd = 0.78$)

		Δnd_1 (nm)			
(26)式中の複号		+	+	-	-
(26)式中のn		0	1	0	1
波長(nm)	450	558(1.01)	1008(0.92)	333(1.21)	783(0.95)
	500	544(0.99)	1044(0.95)	294(1.07)	794(0.96)
	550	550(1.00)	1100(1.00)	275(1.00)	825(1.00)
	600	555(1.01)	1155(1.05)	255(0.93)	855(1.04)
	650	563(1.02)	1213(1.10)	238(0.87)	888(1.08)

[0079]

[Table 7]

表 7
(ツイスト角 240° 、 $\Delta nd = 0.93$)

		Δnd_1 (nm)			
(26)式中の複号		+	+	-	-
(26)式中のn		0	1	0	1
波長(nm)	450	671(1.07)	1121(0.95)	446(1.27)	896(0.99)
	500	629(1.00)	1129(0.96)	379(1.08)	879(0.98)
	550	626(1.00)	1176(1.00)	351(1.00)	901(1.00)
	600	623(1.00)	1223(1.04)	323(0.92)	923(1.02)
	650	623(1.00)	1276(1.09)	301(0.86)	951(1.06)

[0080]

[Table 8]

表 8
(ツイスト角 240° 、 $\Delta nd = 1.05$)

		Δnd_1 (nm)			
(26)式中の複号		+	+	-	-
(26)式中のn		0	1	0	1
波長(nm)	450	750(1.11)	1200(0.98)	525(1.30)	975(1.02)
	500	692(1.02)	1192(0.97)	442(1.10)	942(0.99)
	550	678(1.00)	1228(1.00)	403(1.00)	953(1.00)
	600	670(0.99)	1270(1.03)	370(0.92)	970(1.02)
	650	670(0.99)	1320(1.07)	345(0.85)	995(1.04)

[0081]

[Table 9]

表 9
(ツイスト角 260° 、 $\Delta nd = 0.81$)

		Δnd_1 (nm)			
(26)式中の複号		+	+	-	-
(26)式中のn		0	1	0	1
波長(nm)	450	671(1.07)	1121(0.95)	446(1.27)	896(0.99)
	500	625(1.00)	1129(0.96)	379(1.08)	879(0.98)
	550	626(1.00)	1176(1.00)	351(1.00)	901(1.00)
	600	623(1.00)	1223(1.04)	323(0.92)	923(1.02)
	650	627(1.00)	1276(1.09)	302(0.86)	951(1.06)

[0082]

[Table 10]

表 10
(ツイスト角 90°、 $\Delta n_{d_1} = 0.81$)

		Δn_{d_1} (nm)			
(26) 式中の複号		+	+	-	-
(26) 式中のπ		0	1	1	2
波長(nm)	450	526(1.04)	976(1.04)	751(1.12)	1201(0.99)
	500	429(1.09)	929(0.99)	679(1.02)	1179(0.97)
	550	392(1.00)	942(1.00)	668(1.00)	1217(1.00)
	600	342(0.87)	941(1.00)	641(0.96)	1241(1.02)
	650	293(0.75)	942(1.00)	617(0.92)	1267(1.04)

[0083] Next, it considers as theta2=thetaOI+90 degree and the light R, G, and B of each wavelength which penetrated the phase plate 1 is moved to the Southern Hemisphere (field whose sign of S3 is negative) of the Poincare sphere in which peculiar polarization is located [drawing 11 (a)].

[0084] At this time, it is the Poincare sphere seen from R, G, and BS3 shaft orientations, and moves in the perpendicular direction (namely, direction parallel to a straight line A) to the straight line C whose azimuth is thetaOI+90 degree. the light of each wavelength which penetrated the phase plate 2 by setting the surrounding angle of rotation of a straight line C to psiOI since s, and (t, u) of each wavelength which showed an example to drawing 10 were distributed over the surroundings of the peculiar polarization whose elevation angle is psiOI -- the distribution of s, and (t, u) -- ***** -- [drawing 11 (b)] which can do things

[0085] What is necessary is just to define retardation deltand2 of a phase plate 2 like the following formula [21].

[0086]

[Equation 11]

lambda/360 degree of deltand2=psiOIs [21]

Since there is a wavelength dependency in psiOI in a formula [21], deltand2 can be defined so that it may be [no] satisfied [with visible wavelength fields] of a formula [21]. Then, what is necessary is just to define deltand2 so that a formula may be satisfied in the wavelength of 550nm from which visibility becomes the maximum.

[0087] deltand2 which substituted and asked the formula [21] for psiOI of the transmitted light with a wavelength of 550nm about the liquid crystal layer for a drive of Tables 1-5 is shown in Table 11.

[0088]

[Table 11]

表 11

駆動用液晶層の特性		ψ_{OI}	Δn_{d_3} (nm)
ツイスト角	Δn_d (μm)		
240°	0.78	47.9°	75
240°	0.93	44.5°	68
240°	1.05	48.5°	74
260°	0.81	53.7°	82
90°	0.81	-30.9°	47

[0089] Although psiOI takes the value of 0-90 degrees or less from the definition, in the case of the Twisted Nematic liquid crystal layer used for STN-LCD or TN-LCD, there is a psiOI at the range of 20 degrees - 70 degrees or less. It will be set to 25-140nm if the range of deltand2 is searched for from a formula [21], using a visible wavelength field as 400nm - 700nm.

[0090] The transparency shaft azimuth of a polarizing plate is also decided by psiOI. From a formula [21], the transparency shaft of a polarizing plate should just make the angle of the range of 20-70 degrees to the orientation processing direction of a top substrate on the Poincare sphere seen from S3 shaft orientations. What is necessary is just to make into 10-35 degrees the angle which the orientation processing direction of the transparency shaft of a polarizing plate and a top substrate makes, since the angle in a real space is 1/2 of the angle on the Poincare sphere.

[0091] The operation effect 6: By carrying out the laminating of a phase plate and the polarizing plate to order from a substrate side, on the outside of a top substrate, the permeability at the time of a dark display decreases, and a contrast ratio increases on it. Moreover, R, G, and B each pixel or cyanogen, yellow, and the voltage from which each pixel of MAZENDA serves as a dark display also become fixed.

[0092] By placing so that the lagging axis of a phase plate 1 may become 45 degrees to the orientation processing direction of an upper substrate in parallel to the orientation processing direction of an upper substrate about the lagging axis of a phase plate 2, the light of each wavelength penetrates a cholesteric-liquid-crystal layer at the time of a dark display, and is absorbed by the optical-absorption body whorl, the permeability at the time of a dark display decreases, and a contrast ratio increases using the phase plate of the 7:2 operation effects.

[0093] The operation effect 8: By setting the retardation of a phase plate 2 to 25-140nm, the light of each wavelength penetrates a cholesteric-liquid-crystal layer at the time of a dark display, and is absorbed by the optical-absorption body whorl, the permeability at the time of a dark display reduces it, and a contrast ratio increases.

[0094] The operation effect 9: By making into 10-35 degrees the angle which the orientation processing direction of the transparency shaft of a polarizing plate and an upper substrate makes, the light of each wavelength penetrates a cholesteric-liquid-crystal layer at the time of a dark display, and is absorbed by the optical-absorption body whorl, the permeability at the time of a dark display reduces it, and a contrast ratio increases.

[0095] The operation effect 10: By setting the retardation of a phase plate 1 to 300-1000nm, the light of each wavelength penetrates a cholesteric-liquid-crystal layer at the time of a dark display, and is absorbed by the optical-absorption body whorl, the permeability at the time of a dark display reduces it, and a contrast ratio increases.

[0096] In the above, although the direction of torsion of a cholesteric-liquid-crystal layer was made into the counterclockwise rotation, you may be a clockwise rotation. In this case, it becomes $E' = (0, 0, 1)$ and s , and (t, u) are called for by following formula [22]- [24].

[0097]

[Equation 12]

$$s = (1 - \cos\theta) rp + q \sin\theta [22]$$

$$t = (1 - \cos\theta) rq - p \sin\theta [23]$$

$$u = r^2 + (1 - r^2) \cos\theta [24]$$

Moreover, as a phase plate, although polyvinyl alcohol, the polycarbonate, etc. are used now, you may use polyether sulphone, a cellulose, an acrylic poly membrane, etc.

[0098] What uses red, blue, and three green colors, and yellow, cyanogen and the thing using three colors of MAZENDA are shown in color display. The former excels the latter in the clearness of color purity and a foreground color, and the latter excels the former in the luminosity of a display. Since the luminosity of a display in reflected type display is important, yellow, cyanogen, and the color display using MAZENDA are also effective. In order to realize this, the cholesteric liquid crystal the light filter corresponding to MAZENDA indicates property reflection to be to the wavelength field of red and blue is needed.

[0099] Now, what shows property reflection to two wavelength fields by the monolayer by cholesteric liquid crystal is not found out yet. Therefore, if two layers of cholesteric-liquid-crystal layers which show property reflection, respectively are used for the wavelength field of red and blue in piles, the foreground color corresponding to MAZENDA can be obtained.

[0100] Moreover, similarly what shows property reflection to a wavelength field 100nm or more by the monolayer is not found out. Therefore, the luminosity of a display can be increased if two or more cholesteric-liquid-crystal layers from which the wavelength field of property reflection differs are used in piles when performing color display using red, blue, and three green colors. In addition, the number of laminatings can be reduced by using the cholesteric-liquid-crystal layer of a high birefringence.

[0101] The method of setting up the aforementioned phase plate and a polarizing plate is effective not

only when a cholesteric-liquid-crystal layer is used as a light filter, but when using the cholesteric-liquid-crystal layer which shows property reflection to a visible wavelength field and serves as a reflecting plate-cum-a polarizing plate.

[0102] Moreover, this invention can be used not only for the liquid crystal display which used XY electrode but for the liquid crystal display which used for example, the TFT method and the MIM method for driving means, and is effective as display of display panels, such as various OA equipment, an electrical machinery and apparatus, an audio equipment, telephone, facsimile, a camera, and a clock, or a control panel.

[0103]

[Example] An example explains the liquid crystal display of this invention.

[0104] [Example 1] The composition of the liquid crystal display of this invention is shown in drawing 1. The up-and-down substrates 12 and 22 are equipped with the XY electrodes 14 and 24 and the orientation films 11 and 21, and are pinching the liquid crystal layer 10. The lower substrate 22 is equipped with the cholesteric-liquid-crystal layer 30. The XY electrodes 14 and 24 are connected to the drive circuits 15 and 25, respectively. There is an optical-absorption body whorl 40 under the lower substrate.

[0105] The vertical substrates 12 and 22 are glass and the XY electrodes 14 and 24 consist of ITO. Moreover, the orientation films 11 and 21 consist of a polyimide system macromolecule, and orientation processing is carried out by the rubbing method. Orientation processing conditions were made into the amount of slitting of 0.4mm, rotational frequency 1000rpm, and feed-rate 33 m/s, the tilt angle was made into 4 degrees by this, and the twist angle of a vertical substrate was made into 240 degrees.

[0106] The liquid crystal layer 10 for a drive consists of a nematic liquid crystal (Roddick HR9032, delta n0.125) and a chiral agent (S811 by Merck Co. and a content are 0.9 % of the weight), and thickness is 6.2 micrometers.

[0107] The cholesteric-liquid-crystal layer 30 consists of an annular polysiloxane macromolecule, and shows the molecular structure to the above-ization 1. The annular polysiloxane macromolecule was compounded on Mol.Cryst.Liq.Cryst., Vol.199, and the conditions indicated by pp.345-378.

[0108] The content of the side chain containing a cholesterin skeleton (a)47%, (b)37%, (c) 32%, (d) 28%, (e)26%, (f)24%, (g)22%, (h) It considers as 18%, (i)16%, and (j)14%. the wavelength field of property reflection, respectively (a)400nm-470nm, (b) 420nm - 500nm, (c)440nm-530nm, (d)460nm-550nm, (e) The cholesteric liquid crystal which is 490nm - 580nm, (f)510nm-600nm, (g)530nm-620nm, (h)550nm-650nm, (i)570nm-680nm, and (j)600nm-710nm was used. It was distributed over the shape of a stripe and the field Ch (1) where property reflected wave length fields differ mutually, and Ch (2) were made to form in the cholesteric-liquid-crystal layer 30 at it. The layered product of (a), (c), and (f) was used for Ch (1), and the layered product of (i) and (j) was used for Ch (2).

[0109] In the state where it heated so that a liquid crystal state might be taken, the cholesteric liquid crystal of (a) and (i) was first applied in the shape of a stripe on the substrate using print processes. At this time, each cholesteric liquid crystal does not touch mutually like drawing 2 (a), but is rising in the shape of a mountain on the substrate. Subsequently, share stress is added in the direction of a substrate flat surface using a roller, each cholesteric liquid crystal is made flat like drawing 2 (b), and it was made for that which adjoins mutually to touch. Furthermore, (c) and (j) were applied on (a) and (i) like drawing 2 (c), respectively, and flattening was carried out similarly. In addition, flattening of the (f) was applied and carried out on (c). Since a level difference arose like drawing 2 (d) at this time, the flattening layer was applied on it, the level difference was lost like drawing 2 (e), and it formed in the shape of a stripe.

[0110] The above-mentioned cholesteric-liquid-crystal layer made the shaft of torsion perpendicular to the substrate side. It was parallel to the direction of a stripe, and XY electrode was formed so that one electrode might correspond to one stripe. The light filter corresponding to the cyanogen and two colors of R which show property reflection to the wavelength of 400nm - 600nm and 570nm - 710nm as mentioned above was created. The reflective color LCD panel was producible using this filter.

[0111] [Example 2] In the liquid crystal display of an example 1, the field Ch (1) where property

reflected wave length fields differ mutually in a cholesteric-liquid-crystal layer, Ch (2), and Ch (3) were distributed and formed in the shape of a stripe.

[0112] The layered product of (i) and (j) and Ch (2) formed with (f), and Ch (3) formed Ch (1) with (a) and the layered product of (c), respectively, and it created the light filter corresponding to R, G, and B3 color which shows property reflection to the wavelength of 570nm - 710nm, 510nm - 600nm, and 400nm - 530nm. The reflected type full color liquid crystal display was producible using this filter.

[0113] [Example 3] In the liquid crystal display of an example 2 Ch (1) (a), The layered product of (f) and (j), and Ch (3) for the layered product of (c) and (f), and Ch (2) (a), The cyanogen and the yellow which show property reflection to the wavelength of 400nm - 600nm, 510nm - 710nm, 400nm - 530nm, and 570nm - 680nm, and the light filter which consists of MAZENDA were created using the layered product of (b) and (i). The reflected type full color liquid crystal display was producible using this filter.

[0114] [Example 4] The phase plate 1 and the phase plate 2 were added to the liquid crystal display of an example 2.

[0115] From Table 11, the retardation in the wavelength of 550nm of a phase plate 2 was set to 75nm. Moreover, in Table 6, the wavelength dependency of deltanl at the time of setting the double sign in a formula [20] into -, and setting n to 0 is close to it of a polycarbonate. Then, the retardation in the wavelength of 550nm was set to 275nm at the phase plate 1 using the polycarbonate.

[0116] Moreover, the lagging-axis angle of a phase plate 1 was made parallel in the orientation processing direction of the upper substrate 12, and the lagging-axis angle of a phase plate 1 was set up so that the orientation processing direction of the upper substrate 12 and 45 degrees might be made. Moreover, the degree of transparency axial angle of a polarizing plate was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and about 48 degrees might be made from Table 11.

[0117] When the driver voltage dependency of the reflection factor of this liquid crystal display was measured, in any foreground color of R, G, and B, the reflection factor became the minimum in the 2.1V neighborhood, and, for R, G was [B of the reflection factor of the Ming display] 14% 10% 14%. For R, in 1 / 240 duty drives, 7:1 and G were [8:1 and B of the contrast ratio] 5:1.

[0118] adding a phase plate 1 and a phase plate 2 as mentioned above -- any foreground color -- **** -- in the same applied-voltage value, the reflection factor became the minimum, and, in addition to color display, the dark display was attained

[0119] [Example 5] The phase plate 1 and the phase plate 2 were added to the liquid crystal display of an example 3. The retardation in the wavelength of 550nm was set to 275nm at the phase plate 1 using the polycarbonate. Moreover, the lagging-axis angle of a phase plate 1 was made parallel in the orientation processing direction of an upper substrate, and the lagging-axis angle of a phase plate 1 was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and 45 degrees might be made. Moreover, the degree of transparency axial angle of a polarizing plate was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and about 48 degrees might be made from Table 11.

[0120] When the driver voltage dependency of the reflection factor of this liquid crystal display was measured, in both cyanogen yellow and MAZENDA the reflection factor became the minimum in the 2.1V neighborhood, and, for cyanogen, yellow was [MAZENDA of the reflection factor of the Ming display] 14% 10% 14%. For cyanogen, in 1 / 240 duty drives, 6:1 and yellow were [7:1 and MAZENDA of the contrast ratio] 5:1.

[0121] adding a phase plate 1 and a phase plate 2 as mentioned above -- any foreground color -- **** -- in the same applied-voltage value, the reflection factor became the minimum, and, in addition to color display, the dark display was attained

[0122] [Example 6] In the liquid crystal display of an example 4, MJ89122 by Merck Co. whose deltan is 0.15 as a liquid crystal material was used. From Table 11, the retardation in the wavelength of 550nm of a phase plate 2 was set to 68nm. Moreover, in Table 7, the wavelength dependency of deltanl at the time of setting the double sign in a formula [20] into -, and setting n to 0 is close to it of a polycarbonate. Then, the retardation in the wavelength of 550nm was set to 351nm at the phase plate 1 using the polycarbonate.

[0123] Moreover, the lagging-axis angle of a phase plate 1 was made parallel in the orientation

processing direction of an upper substrate, and the lagging-axis angle of a phase plate 2 was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and 45 degrees might be made. Moreover, the degree of transparency axial angle of a polarizing plate was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and about 45 degrees might be made from Table 11.

[0124] In any viewing area of R, G, and B, the reflection factor became the minimum in the 2.1V neighborhood, and, for R, 8:1 and G were [9:1 and B of the contrast ratio] 6:1 in 1 / 240 duty drives.

[0125] adding a phase plate 1 and a phase plate 2 as mentioned above -- any foreground color -- **** -- in the same applied-voltage value, the reflection factor became the minimum, and, in addition to color display, the dark display was attained

[0126] [Example 7] In the liquid crystal display of an example 4, Roddick HR0008 whose deltan is 0.17 was used for liquid crystal material.

[0127] From Table 11, the retardation in the wavelength of 550nm of a phase plate 2 was set to 68nm. Moreover, in Table 8, the wavelength dependency of deltand1 at the time of setting the double sign in a formula [20] into +, and setting n to 0 is close to it of polyvinyl alcohol. Then, the retardation in the wavelength of 550nm was set to 678nm at the phase plate 1 using polyvinyl alcohol. Moreover, the lagging-axis angle of a phase plate 1 was made parallel in the orientation processing direction of an upper substrate, and the lagging-axis angle of a phase plate 2 was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and 45 degrees might be made. Moreover, the degree of transparency axial angle of a polarizing plate was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and about 49 degrees might be made from Table 11.

[0128] In any viewing area of R, G, and B, the reflection factor became the minimum in the 2.2V neighborhood, and, for R, 8:1 and G were [10:1 and B of the contrast ratio] 10:1 in 1 / 240 duty drives.

[0129] adding a phase plate 1 and a phase plate 2 as mentioned above -- any foreground color -- **** -- in the same applied-voltage value, the reflection factor became the minimum, and, in addition to color display, the dark display was attained

[0130] [Example 8] In the liquid crystal display of an example 4, Roddick HR0001 whose deltan is 0.13 was used for liquid crystal material. The twist angle was made into 260 degrees and the chiral agent was made to contain 1.0% of the weight.

[0131] From Table 11, the retardation in the wavelength of 550nm of a phase plate 2 was set to 82nm. Moreover, in Table 9, the wavelength dependency of deltand1 at the time of setting the double sign in a formula [20] into +, and setting n to 0 is close to it of polyvinyl alcohol. Then, the retardation in the wavelength of 550nm was set to 626nm at the phase plate 1 using polyvinyl alcohol. Moreover, the lagging-axis angle of a phase plate 2 was made parallel in the orientation processing direction of an upper substrate, and the lagging-axis angle of a phase plate 1 was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and 45 degrees might be made. Moreover, the degree of transparency axial angle of a polarizing plate was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and about 54 degrees might be made from Table 11.

[0132] In any viewing area of R, G, and B, the reflection factor became the minimum in the 2.1V neighborhood, and, for R, 10:1 and G were [13:1 and B of the contrast ratio] 12:1 in 1 / 240 duty drives.

[0133] adding a phase plate 1 and a phase plate 2 as mentioned above -- any foreground color -- **** -- in the same applied-voltage value, the reflection factor became the minimum, and, in addition to color display, the dark display was attained In addition, the example of loading of a personal digital assistant machine is shown for the liquid crystal display of this example in drawing 7.

[0134] [Example 9] In the liquid crystal display of an example 4, Roddick HR0001 whose deltan is 0.13 was used for liquid crystal material. The twist angle was made into 90 degrees and the chiral agent was made to contain 0.4% of the weight. Moreover, the drive circuits 15 and 25 were also carried out to the TFT drive using the substrate equipped with TFT (TFT) instead of the XY electrodes 14 and 24 of an example 1.

[0135] From Table 11, the retardation in the wavelength of 550nm of a phase plate 2 was set to 47nm. Moreover, in Table 10, the wavelength dependency of deltand1 at the time of setting the double sign in a

formula [20] into -, and setting n to 1 is close to it of a polycarbonate. Then, the retardation in the wavelength of 550nm was set to 668nm at the phase plate 1 using the polycarbonate. Moreover, the lagging-axis angle of a phase plate 1 was made parallel in the orientation processing direction of an upper substrate, and the lagging-axis angle of a phase plate 2 was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and 45 degrees might be made. Moreover, the degree of transparency axial angle of a polarizing plate was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and about 31 degrees might be made from Table 11.

[0136] In any viewing area of R, G, and B, the reflection factor became the minimum in the 2.1V neighborhood, and, for R, 20:1 and G were [32:1 and B of the contrast ratio] 22:1. As mentioned above, also in a TFT method, reflected type color display is possible.

[0137] [Example 10] In the liquid crystal display of an example 5, Roddick HR0001 whose deltan is 0.13 was used for liquid crystal material. The twist angle was made into 90 degrees and the chiral agent was made to contain 0.4% of the weight. Moreover, the drive circuit was also carried out to the TFT drive using the substrate equipped with TFT instead of XY electrode of an example 1.

[0138] From Table 11, the retardation in the wavelength of 550nm of a phase plate 2 was set to 47nm. Moreover, in Table 10, the wavelength dependency of deltan at the time of setting the double sign in a formula [20] into -, and setting n to 1 is close to it of a polycarbonate. Then, the retardation in the wavelength of 550nm was set to 668nm at the phase plate 1 using the polycarbonate. Moreover, the lagging-axis angle of a phase plate 1 was made parallel in the orientation processing direction of an upper substrate, and the lagging-axis angle of a phase plate 2 was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and 45 degrees might be made. Moreover, the degree of transparency axial angle of a polarizing plate was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and about 31 degrees might be made from Table 11.

[0139] In yellow, cyanogen, and any viewing area of MAZENDA, the reflection factor became the minimum in the 2.1V neighborhood, and, for yellow, 18:1 and cyanogen were [18:1 and MAZENDA of the contrast ratio] 22:1.

[0140] [Example 11] The phase plate 1 and the phase plate 2 were added to the liquid crystal display of an example 1.

[0141] From Table 11, the retardation in the wavelength of 550nm of a phase plate 2 was set to 75nm. Moreover, in Table 6, the wavelength dependency of deltan at the time of setting the double sign in a formula [20] into -, and setting n to 0 is close to it of a polycarbonate. Then, the retardation in the wavelength of 550nm was set to 275nm at the phase plate 1 using the polycarbonate.

[0142] Moreover, the lagging-axis angle of a phase plate 1 was made parallel in the orientation processing direction of an upper substrate, and the lagging-axis angle of a phase plate 2 was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and 45 degrees might be made. Moreover, the degree of transparency axial angle of a polarizing plate was set up so that the orientation processing direction of an upper substrate and about 48 degrees might be made from Table 11.

[0143] When the driver voltage dependency of the reflection factor of this liquid crystal display was measured, in cyanogen and any foreground color of R, the reflection factor became the minimum in the 2.1V neighborhood, and cyanogen was [R of the reflection factor of the Ming display] 14% 25%. In 1 / 240 duty drives, cyanogen was 6:1 and R of the contrast ratio was 7:1.

[0144] adding a phase plate 1 and a phase plate 2 as mentioned above -- any foreground color -- **** -- in the same applied-voltage value, the reflection factor became the minimum, and the dark display was attained Thereby, the display of lengthening an underline in red between a white background color and a black character was attained.

[0145] [Example 12] It consisted of the pattern display sections and the matrix display sections as shown in drawing 13, and the liquid crystal display which displays the main city name and position in Japan was created. The position of main cities is displayed by displaying a Japanese map and main cities on the pattern display section using circular R filter corresponding to a circular electrode and this circular, the configuration of a top electrode and a bottom electrode is shown in drawing 14 (a) and (b), and the configuration of a light filter is shown in drawing 15, respectively. The slash portion of drawing

15 is the light filter 151 of R, and used the layered product of the cholesteric-liquid-crystal layer of (f) in an example 1, and (i). The other portion is the white display 152 and used the layered product of the cholesteric-liquid-crystal layer of (a) in an example 1, (d), and (h). It was made to be the same as that of an example 11 except the electrode configuration of the pattern display section, and the light-filter configuration. The selected city is displayed in red and the position of the city which is not chosen was displayed black.

[0146] Thus, this invention is effective also in the liquid crystal display equipped with the electrode of configurations other than XY electrode.

[0147] [Example of comparison] In the liquid crystal display of an example 1, the cholesteric-liquid-crystal layer 30 was transposed to the light filter using the conventional pigment. The transparency spectrum is shown in drawing 12. Furthermore, the optical-absorption body whorl 40 was changed into 1/4 wavelength plate, the polarizing plate, and the reflecting plate. For 10% and G, 8% and B are [the reflection factor of the Ming display / R] 8% and a low, respectively.

[0148] Thus, the reflective color LCD panel using the light filter and two polarizing plates using the conventional pigment is understood that the fall of the luminosity of a display is large compared with the display of this invention.

[0149]

[Effect of the Invention] According to this invention, by the above, the reflected type liquid crystal display of a display brighter than the conventional reflected type liquid crystal display can be obtained.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the ** type perspective diagram showing the composition of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 2] It is creation process drawing of the light filter of the liquid crystal display of an example 1.

[Drawing 3] It is the spectrum view standardizing and showing the maximum of each intensity of the reflectance spectrum of a cholesteric-liquid-crystal layer, and the transparency spectrum of the light filter using the conventional color.

[Drawing 4] It is the transparency spectrum view of a cholesteric-liquid-crystal layer.

[Drawing 5] It is the type section view showing the composition of the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 6] It is the type section view showing the composition of the conventional liquid crystal display.

[Drawing 7] It is drawing showing the example of loading to the personal digital assistant machine of this invention.

[Drawing 8] It is drawing showing peculiar polarization of the liquid crystal layer for a drive of the liquid crystal display of this invention on the Poincare sphere seen from S3 shaft orientations.

[Drawing 9] It is drawing showing a desirable polarization distribution state in the incidence transmitted light of the liquid crystal display of this invention on the Poincare sphere seen from S3 shaft orientations.

[Drawing 10] (a) is the Poincare sphere seen from S3 shaft orientations, is drawing showing the method of setting up the azimuth of the lagging axis of a phase plate 1, and the transparency shaft of a polarizing plate, and (b) is the Poincare sphere front face seen from the direction of the straight line A in (a), and it is drawing showing the method of setting up the retardation of a phase plate 1.

[Drawing 11] (a) is the Poincare sphere seen from S3 shaft orientations, is drawing showing the method of setting up the lagging axis of a phase plate 2, and (b) is the Poincare sphere and it is drawing showing the method of setting up the retardation of a phase plate 2.

[Drawing 12] It is the transparency spectrum view of the conventional light filter.

[Drawing 13] It is drawing showing an example of the display pattern of the liquid crystal display of an example 12.

[Drawing 14] It is drawing showing the electrode configuration of the upper and lower sides of the liquid crystal display of an example 12.

[Drawing 15] It is the distribution map of the light filter of the liquid crystal display of an example 12.

[Description of Notations]

10 [-- 14 A top substrate, 24 / -- Electrode,] -- 11 A liquid crystal layer, 21 -- An orientation film, 12 15

25 [-- A phase plate, 22 / -- Bottom substrate,] -- A mechanical component, 16 -- A top polarizing plate, 17 26 [-- The conventional light filter,] -- A bottom polarizing plate, 30 -- A cholesteric-liquid-crystal layer, 31 32 [-- A reflecting plate, 71 / -- Display,] -- A flattening layer, 40 -- An optical-

absorption body whorl, 50 72 [-- The transmitted light with a wavelength of 450nm,] -- A control unit, 73 -- An antenna, 450 500 -- The transmitted light with a wavelength of 500nm, 550 -- The transmitted light with a wavelength of 550nm, 600 -- The transmitted light with a wavelength of 600nm, 650 -- The transmitted light with a wavelength of 650nm, thetaOI -- The azimuth, psiOI showing the coordinate of the peculiar polarization on the Poincare sphere -- The elevation angle showing the coordinate on the Poincare sphere, R [-- The transmitted light with a wavelength of 450nm,] -- The transmitted light with a wavelength of 650nm, G -- The transmitted light of wavelength nm550, B A [-- Polarizing plate transparency shaft direction,] -- The lagging-axis direction of a phase plate 1, C -- The lagging-axis direction of a phase plate 2, BE, BE' theta -- The angle of rotation of the surrounding transmitted light of peculiar polarization of the liquid crystal layer for a drive, R -- The transparency spectrum of the light filter of the conventional red display, G -- The transparency spectrum of the light filter of the conventional green display, B -- The transparency spectrum of the light filter of the conventional blue display, 131 [-- The red display which shows the position of the selected city,] -- The pattern display section, 132 -- The matrix display section, 133 134 -- The black display, 151 which show the position of the city which is not chosen -- The light filter of R display, 152 [-- Cholesteric liquid crystal (a), 162 / -- Cholesteric liquid crystal (i), 163 / -- Cholesteric liquid crystal (c), 164 / -- Cholesteric liquid crystal (j), 165 / -- Cholesteric liquid crystal (f), 166 / -- Flattening layer.] -- The light filter of a white display, 160 -- A substrate, 161

[Translation done.]